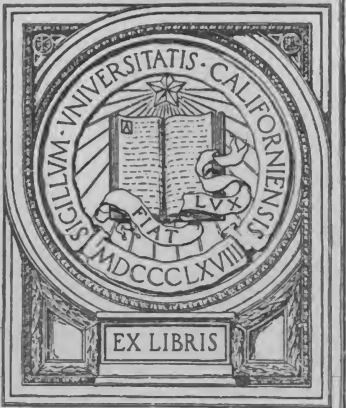
Die Erfind der Drahtseilbahnen

G. Dieterich

GIFT OF


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
LVX
FIAT
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

Digitized by Google

DIE ERFINDUNG DER DRAHTSEILBAHNEN

EINE STUDIE
AUS DER ENTWICKLUNGSGESCHICHTE
DES INGENIEURWESENS

VON

DIREKTOR G. DIETERICH

VERLAG
HERMANN ZIEGER :: LEIPZIG
1908

Digitized by Google

P385

UNIV. OF CALIFORNIA

Digitized by Google

Univ. of California

Geleitwort.

Vergraben ist in ewiger Nacht
Der Erfinder grosser Name zu oft.
Was ihr Geist grübelnd entdeckt, nutzen wir;
Aber belohnt Ehre sie auch? — — — —

(Klopstock.)

Unsere schnellebige Zeit lernt leicht, sie vergißt aber noch leichter. In unserem nervösen Zeitalter ist der Sinn für das Historische ohnehin nicht sehr stark entwickelt, der wilde Kampf ums Dasein, der nie ruhende geschäftliche Wettbewerb, der sich jeder Erfindung, jeder neuen Erscheinung bemächtigt, ist der Moloch, der jede Erinnerung verschlingt, dessen Priester dem Vorwärtsstrebenden nur so lange ein Recht lassen, als er den geschäftlichen Vorteilen des lieben Nächsten nicht gefährlich wird, die ihn dann aber erbarmungslos in dem feurigen Rachen verschwinden lassen. — — — — Und ist heute der „Erfinder" gar noch Geschäftsmann oder Fabrikant, so wird die Klopstock'sche Frage: „Aber belohnt *Ehre* sie auch?" um so berechtigter, je größer der geschäftliche Erfolg einer Erfindung ist — — —, denn dann hatte er entweder die Erfindung einem anderen „entlehnt", oder er hatte nur einfach „Glück". — — —

Sehr oft verkennen wir den Begriff der Erfindung. So lange die Technik, die Großindustrie, noch nicht die vorherrschende Stellung in unserem Kulturleben einnahm, wie seit 100 Jahren, so lange die Wissenschaft nur einzig und allein Selbstzweck war und der Technik noch nicht ihre Ergebnisse zu einem gesellschaftlichen Zwecke abzuliefern hatte, war der Begriff der Entdeckung von dem der Erfindung nicht oder nur schwer zu trennen. Fast jede Erfindung aus der Zeit vor der Einführung der Dampfmaschine fußte auf einer neuen Entdeckung. Heute ist die Erfindung aber nicht mehr allein die gewollte oder zufällige Auffindung einer konkreten Tatsache, die Stellung *und grundlegende* Lösung einer Aufgabe, sondern sie geht über die Aufnahme einer bisher unbekannten Tatsache in die menschliche Erkenntnis hinaus, sie ist die Lösung eines technischen Problems unter *Festlegung bestimmter Regeln,* unter denen diese

28708

Digitized by Google

Lösung in allen denkbaren ähnlichen, aber nicht gleichen Fällen *gewerblich verwertbar* wiederholt werden kann. Die *einmalige* Lösung einer Aufgabe, die die Technik gestellt hat — mag die Aufgabe noch so schwierig, die Lösung noch so geistreich sein, — ist keine Erfindung, wenn diese Lösung nicht dazu geeignet ist Gemeingut der Technik zu werden, ebenso wenig wie auch eine unvollständige Lösung, nur die Andeutung eines Weges, auf dem die Lösung möglich ist, ohne daß dieser Weg auch zum Gehen bereitet würde. — — Würde sonst Watt der Erfinder der Dampfmaschine, Stephenson der Erfinder der Lokomotive genannt werden können, Edison der der Glühlampe, da doch lange vor diesen Erfindern Dampfmaschinen, Lokomotiven, Glühlampen vorhanden waren? — — Oder gab es in der Neuzeit keinen Erfinder eines Geschützes oder einer Maschinenkanone, da doch das Berliner Zeughaus allein etwa ein Dutzend Maschinengeschütze aufweist, die Jahrhunderte alt sind? —

Dies als Geleitwort für eine Betrachtung aus der Erfindungsgeschichte der Drahtseilbahnen. — — —

Digitized by Google

Einleitung.

Die Entstehung der Luftbahnen oder Seilbahnen muß uns in ihren Anfängen ein ebenso naturgemäßer und selbstverständlicher Vorgang erscheinen, wie etwa die Erfindung des Hammers, den der Urmensch sich in ganz naturnotwendiger Weise aus dem Stein, den er zu primitiven Arbeiten in die Hand nahm, entwickelte, wie die Entstehung der ersten Brücke aus einem über eine schmale Schlucht, über einen natürlichen Graben gelegten Baumstamm. Die Natur selbst, namentlich in den Tropen, bietet ja Wege durch die Luft, die ganz von selbst entstanden sind, in reichlicher Menge dar: eine Liane, eine große Schlingpflanze, spannt sich von Baum zu Baum, das die Urwälder bewohnende Tier benutzt diesen natürlichen Weg in seinem Instinkt von selbst. Gewisse Tierarten, wie der Affe, das Faultier, das während seiner ganzen Lebenszeit den festen Boden nicht freiwillig berührt, zeigen, indem sie an ihren Extremitäten *hängend,* diesen Weg passieren, dem Menschen ganz von selbst die Art der Verwendung eines solchen, indem sie ihn mit unter der Bahn hängendem Körper, also im stabilen Gleichgewicht, passieren. Noch heute finden wir in den wenig der Kultur erschlossenen Gegenden des inneren Afrika, ebenso wie in Hinterindien, auf Java, dem Innern von Sumatra an Tausenden und Abertausenden von Plätzen natürliche hängende Brücken, die aus nichts mehr bestehen, wie aus einigen zusammengedrehten, an einem Ufer eines Flusses wurzelnden Schlinggewächsen, die über diesen hinausgespannt, auf der anderen Seite an einem Baume befestigt sind, und die als Hängebrücke, als ein durch natürliche Seile gebildeter Weg angesprochen werden müssen.

Die ersten Luftbahnen mußten aus dem ganz natürlichen Bestreben entstehen, bei dem Austausch der körperlichen Güter von der Gestaltung des Bodens, der mit seinen Erhöhungen und Vertiefungen, seiner Unebenheit, der Bewegung großer Massen erheblichen Widerstand entgegensetzt, unabhängig zu werden, die Massenbewegungen in die Luft zu verlegen, wo sie in grader Linie beliebige Entfernungen durcheilen können. Da aber die Luft eben-

Digitized by Google

sowenig Balken hat, wie das Wasser, dessen Tragfähigkeit schwimmenden Körpern gegenüber man längst erkannt, das als Verkehrsmittel man längst benutzen gelernt hatte, mußte man nach einer geeigneten Unterstützung suchen, an der die Lasten schwebend bewegt werden konnten, und diese bot ganz naturgemäß auf kurze Strecken der Balken, die Brücke, auf große Entfernungen das Seil.

Das Seil darf als eines der ältesten mechanischen Elemente angesehen werden. Man muß schon in den allerfrühesten Zeiten der Menschheit erkannt haben, daß sich durch das Zusammenwinden einzelner biegsamer und elastischer Fäden, mochten es aus Tierhäuten geschnittene Riemen, oder Pflanzenfasern sein, zugfeste Seile herstellen lassen, deren Festigkeit diejenige der etwa nur parallel nebeneinandergelegten in ihrer Summe übersteigt, da nur durch das Verwinden oder Verflechten der Fäden eine annähernd gleiche Beanspruchung aller Fasern zu erzielen war. Aber nicht allein die Seile aus Fasern organischen Ursprunges sind als solche alten Maschinenelemente zu betrachten, neueren Forschungen und Entdeckungen ist es gelungen, nachzuweisen, daß Drahtseile mit großer Bestimmtheit schon zu Beginn unserer Zeitrechnung existiert haben, der Fund eines aus Bronzedrähten hergestellten Seiles in den Ruinen von Pompeji beweist dies, ebenso wie zweifellos den Egyptern schon weit vor dieser Zeit Drahtseile bekannt gewesen sein müssen.

Die Kenntnis der Drahtseile hätte natürlich die vorherige Kenntnis der Drähte vorausgesetzt, aus Metallen hergestellter Fasern, die als Ersatz des Materials der Faserseile hätten dienen können, und diese Herstellung von Drähten läßt sich zurückverfolgen bis in die frühesten Zeiten geschichtlicher Aufzeichnung überhaupt. Erwähnenswert mag sein, daß z. B. Golddrähte schon in der Bibel genannt werden als Material für die Stickereien der Priestergewände des Aaron. Das Kensington-Museum besitzt Drahtüberreste aus den Ruinen von Niniveh etwa 800 v. C. Homer und Plinius lassen in ihren Schriften mehrfach deutliche Hinweise auf das Bekanntsein mit Drähten oder dünnen Fäden aus Metall erkennen. Allerdings sind die damaligen Drähte nicht in unserem heutigen Sinne durch Ziehen angefertigt (mit Ausnahme vielleicht der Golddrähte) sondern nur ausgehämmert, ebenso wie die Kenntnis speziell eiserner Drähte im Altertum unbekannt gewesen sein dürfte. Lediglich von Gold-, Silber- und Bronzedrähten lassen sich im Altertum entweder Überreste oder Mitteilungen nachweisen, wenn es auch nicht ganz unmöglich wäre, daß dadurch, daß Eisen durch Rost der vollständigen Zerstörung ausgesetzt ist, etwaige Überbleibsel eiserner Drähte ganz verschwunden sein könnten.

Das Drahtziehen selbst ist eine Erfindung des Mittelalters und

Digitized by Google

offenbar eine deutsche Erfindung, deren Ursprung wahrscheinlich nach dem Lennegebiet zu verlegen ist. Jedenfalls war die Herstellung eiserner Drähte im Lennegebiet im 14. Jahrhundert bekannt. Wir finden in Chroniken von Augsburg und Nürnberg, die aus dem Jahre 1351 bzw. 1360 herrühren, den Ausdruck „Drahtzieher" in Verbindung mit dieser Industrie. Kurz nach dem erwähnten Zeitraum errichtete ein gewisser Rudolf in Nürnberg dann eine Drahtzieherei unter Verwendung einer sogenannten Ziehplatte, die höchstwahrscheinlich schon eine Verbesserung der Kunst des Drahtziehens von Hand darstellte und die Drahtzieherei auf eine gewisse Stufe von Vollkommenheit brachte. Wenigstens deuten die Schriften von Conrad Celdes, etwa ums Jahr 1490, darauf hin. Gegen das Jahr 1500 soll ein gewisser Richard Archal die Drahtzieherei in Frankreich eingeführt haben, 1565 findet man in England Maschinen zur Herstellung gezogener Eisendrähte, die offenbar durch einen Sachsen C. Schultz dort eingeführt worden waren, der gemeinsam mit einem gewissen Calleb Bel in Groß-Greenfield-Valley eine durch Wasserkraft betriebene Drahtzieherei errichtete, deren Überreste noch heute vorhanden sind. Die ersten Anfänge der Gründung einer der größten Drahtfabriken der Welt, der Firma Felten & Guilleaume, fallen in das Jahr 1750, in dem von Felten eine Drahtzieherei auf für damalige Verhältnisse schon großindustrieller Grundlage in der Nähe von Köln errichtet wurde.*)

Die ersten Drahtseile, die sich nachweisen lassen, selbst das vor einigen Jahren in den Ruinen von Pompeji aufgefundene, schließen sich in ihrer Konstruktion unmittelbar an die Faserseile an, d. h. sie besitzen Kreuzschlag. Es kann angenommen werden, daß man ohne eigentliche Kenntnisse des Verhaltens der Drähte in einem Seil einfach das organische Fasermaterial durch Metallfasern ersetzte. Es ist mehr wie wahrscheinlich, daß sich solche Drahtseile (auch aus Eisendrähten), durch das ganze Mittelalter hindurchziehen, ohne daß sie jedoch eine umfassende Anwendung gefunden hätten. Vielfache Notizen aus dem Harzer Bergbau, namentlich Calvoer 1763, ebenso Mathesius 1504—1566 erwähnen neben ledernen Seilen auch Eisenseile, die Professor Hoppe in Clausthal allerdings als langgliederige Ketten angesehen haben will. Unter den wissenschaftlichen und technischen Aufzeichnungen des Leonardo da Vinci 1452—1519 findet sich jedoch ein unmittelbarer Hinweis auf das Drahtseil in der Beschreibung eines Paternosterwerkes mit Tretrad, wozu sich der Text befindet: „Das Seil für obiges Instrument muß von Drähten aus geglühtem Eisen oder Kupfer sein, andernfalls ist es von geringer Dauer, und die genannten müssen so dick

*) J. Bucknall Smith. Wire, its Manufacture and Use. London and New-York 1891.

Digitized by Google

sein wie Bogenschnur usw.“*) In allen diesen Fällen dürfte es sich jedoch wohl kaum um eine wirkliche Erfindung eines Drahtseiles in dem heutigen Sinne gehandelt haben. Es waren, wie dies auch schon hier unter der Beleuchtung der Erfindung von Seilbahnen mehrfach erwähnt wird, höchstwahrscheinlich nur Einzelverwendungen, die sich aus den augenblicklichen Bedürfnissen ergaben. Unzweifelhaft nachgewiesen ist aus dem Beginn der 20er Jahre des 19. Jahrhunderts, 1821—22, daß bei Genf eine Seilbrücke aus Drahtseilen gebaut worden ist, deren einzelne Tragseile aus einer Anzahl paralleler oder nur sehr schwach gegeneinander verdrehter Drähte bestand, die durch eine äußere Hülle von dünneren Drähten zusammengehalten wurden.

Als der wirkliche Erfinder des heute bekannten Drahtseilsystems, als der Erfinder der Litzenseile mit parallelem Schlag, die sich also grundlegend von den alten Faserseilen unterscheiden, ist der bekannte Oberbergrat Albert in Clausthal, 1787—1846 anzusehen. Ihm gebührt zweifellos das Verdienst, mit seinen in Parallelschlag (oder nach ihm genannten „Albert“-Schlag) hergestellten Seilen der gesamten Fördertechnik überhaupt erst eine Grundlage gegeben zu haben, auf der sie sich zu ihrer heutigen Höhe entwickeln konnte. Die ersten von ihm hergestellten Seile fallen in das Jahr 1834.**) Schon etwa in das Jahr 1837 fällt die fabrikmäßige Aufnahme der Drahtseilherstellung durch die Firma Felten & Guilleaume in Köln, kurz darnach aber auch die Einführung dieser Fabrikation in England. Eine gewisse Unsicherheit in bezug auf Albert könnte lediglich da erblickt werden, daß ein gewisser J. Wilson in Derby in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts darauf öffentlich Anspruch gemacht hat, schon 1832 Litzenseile für die Haydock Collieries in Lancashire angefertigt zu haben.

Aus der nachweislich 1822 in Genf zum ersten Male angewandten, von den Engländern „Selvagee“ genannten Konstruktion, die 1835 ebenfalls zum Bau der Freiburger Hängebrücke in einer Spannweite von beinahe 250 m Anwendung fand, und die noch bis in die neueste Zeit hinein, namentlich bei dem Bau der New-Yorker und Brooklyner Brücken angewandt wurden, dürften sich die heute für den Drahtseilbahnbau als Laufbahn so wichtig gewordenen Spiralseile entwickelt haben, deren letzte Verbesserung zu verschlossenen Seilen etwa 1884 von Latch & Bachlor in die Öffentlichkeit gebracht wurde.

*) Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues.
**) O. Hoppe. Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. Essen, Ruhr, 1907

Digitized by Google

Schwebende Seilbahnen vor Anwendung des Drahtseiles.

Mit dem Seile sind zwei Möglichkeiten gegeben, einen Lufttransport einzurichten, einmal die, das Seil als *feste Schiene*, als sehr schmale *Fahrbahn*, gewissermaßen als linienförmige Straße in die Luft zu verlegen und über dieselbe hinweg, wie auf jeder anderen Straße auch, bewegte Wagen laufen, Lasten sich bewegen zu lassen, oder aber, als zweite Lösung: man zog ein bewegliches Seil zwischen den zu verbindenden Punkten hin und her und benutzte dieses bewegte Seil als Lastträger, bei dem die Last relativ zum Seil ruhig steht.

Für beide Grundformen, heute als Einseil- und Zweiseilsystem bekannt, liegen Beispiele aus den ältesten Zeiten vor und zwar Beispiele, die teilweise eine sehr bemerkenswerte Durcharbeitung der Einzelheiten aufweisen, wenn sie auch niemals mehr darstellen, als eine auf einen *bestimmten Fall* zugeschnittene konstruktive Lösung. Hiernach kann aber von einer auf Erkenntnis des Prinzips beruhenden Erfindung in der neuen Technik überhaupt nicht mehr gesprochen werden. Jede Weiterarbeit auf diesem Gebiete mußte sich vielmehr auf eine geeignete, technisch wiederholbare und gewerblich verwertbare Ausführungsform beschränken, auf die Erfindung eines den Fortschritten der neuzeitlichen Technik entsprechenden, allgemein brauchbaren und in sich abgeschlossenen konstruktiven Systems.

Aber gerade diese Aufgabe stellt in ihrer Gesamtheit so außerordentlich hohe Ansprüche, daß ihre Lösung in ihrer Bedeutung für die Technik weit über das hinausgeht, was die Erkenntnis der Grundformen bedeutete. Bei letzterer handelt es sich nur mehr oder weniger um die mit künstlichen Mitteln hervorzubringende Nachahmung hier und da gegebener natürlicher Vorbilder. Zur Schaffung eines ganzen konstruktiven Systems aber konnten diese Grundformen lediglich als gegebene Unterlagen benutzt werden, zu ihnen mußte aus dem großen Gebiete der übrigen technischen Elemente zuerst das herausgesucht werden, was dazu dienen konnte, sie zur Verwendung unter allgemeinen Verhältnissen zu benutzen, und diese Ergänzung hatte stattzufinden, einmal unter umfangreicher Schaffung neuer mechanischer Elemente und Formen, ein anderes Mal unter stetiger Berücksichtigung des neben dem technischen Fortschritt zu erzielenden wirtschaftlichen Erfolges des so neu geschaffenen Systems.

Die historischen Quellen und die Literatur, aus denen eine Geschichte der Entwickelung des Luftseilbahnbaues zu schöpfen hat,

Digitized by Google

sind sehr spärlicher Natur, namentlich läßt es sich fast nirgends nachweisen, daß etwa eine im oder vor dem Mittelalter gebaute Seilbahn einer bestimmten Art einer anderen als Vorbild gedient hätte, daß die Ausführung der Idee eines zu damaliger Zeit über den Durchschnitt hinausragenden Baumeisters insofern fruchtbringend gewesen wäre, als sie andere zur Nachahmung angereizt hätte. Man gewinnt bei der Betrachtung fast aller älteren Bahnen den Eindruck, als habe jeder Erbauer derselben die Idee erst ganz neu gefaßt. Diejenigen Nachweise über schwebende Seilbahnen aus früheren Jahrhunderten, die in technischen oder wissenschaftlichen Werken zu finden sind, lassen den Mangel einer Weiterentwicklung, trotz der zeitlichen Folge, in der sie festgestellt werden können, sehr bemerken. So findet man Literaturstellen, in denen ältere Bahnen mit verhältnismäßig weit entwickelter Einzel-Konstruktion beschrieben und dargestellt sind, aus früheren Zeiten, als spätere von äußerst primitiven und unbeholfenen Bauarten. Die früheste in der wissenschaftlichen bzw. technischen Literatur des Abendlandes festgestellte Beschreibung einer Seilbahn stammt aus dem Beginn des 15. Jahrhunderts. Es ist aber nicht anzunehmen, daß zu Beginn des 15. Jahrhunderts die ersten Seilbahnen überhaupt erst gebaut worden sind. Wir kennen aus alten chinesischen und japanischen Darstellungen, teilweise auch aus den Ergebnissen einer vergleichenden Sprachforschung, ferner aus heute noch bestehenden Resten alter Anlagen, namentlich in Hinterindien, Schwebebahnen, deren Anlage weit vor das 15. Jahrhundert zu legen ist.

Auffällig ist, daß in den vielen Veröffentlichungen der alten Römer oder Griechen sich so wenig finden läßt, das auf die Verwendung des hier besprochenen Transportmittels verweisen könnte. Es ist dies um so auffälliger, als gerade bei den Römern die oftmals sehr eilige Erschließung der von ihnen in ihren vielen Kriegen eroberten fremden Gebirgsteile in Mittel- und Südeuropa, die zum größten Teile gebirgiger Natur sind, die Anlage solcher Verbindungswege an schwierigen Punkten geradezu gefordert hätte; wissen wir doch ganz bestimmt, daß den Römern sogar schon die Drahtseile bekannt waren, daß bei ihnen die Verwendung von Faserseilen, namentlich zu äußerst verwickelten Hebevorrichtungen, eine sehr vollkommene Ausbildung erlangt hatte, und daß nachweislich Seiltänzer den Römern nicht ganz unbekannte Artisten waren. — Wie nahe lag da die Ableitung — — —

Auch bei den Griechen, die sich einer doch sehr hoch entwickelten Bautechnik erfreuten, läßt das Fehlen solcher Spuren Wunder nehmen, was vielleicht weniger der Fall zu sein braucht bei den alten Egyptern. War bei diesen auch die Verwendung von Faserseilen, und vermutlich auch, da ihnen die Herstellung von ge-

Digitized by Google

hämmerten Drähten bekannt war, möglicherweise sogar schon die Verwendung von Drahtseilen oder Drahtseil-ähnlichen Maschinenelementen bekannt, so bot sich ihnen in ihrem gebirgslosen Lande fast gar keine Gelegenheit zur Anlage von schwebenden Transporteinrichtungen. Fast scheint es, als sei das Transportmittel der schwebenden Bahnen den Völkern des Mittelmeerbeckens im Altertum tatsächlich unbekannt geblieben. Es läßt sich dies um so eher vermuten, da eines der ältesten Schriftwerke der Kulturwelt, die Bibel, die oft, wenn auch manchmal nur in schwer auffindbaren Hinweisen (z. B. Drahtherstellung) auf die Verwendung weit fortgeschrittener technischer Einrichtungen schließen läßt, nirgends auch nur eine einzige Stelle enthält, die nach der Richtung gedeutet werden könnte, als sei eine solche Einrichtung in dem großen Zeitraum, den sie überspannt, bekannt gewesen.

Als bestimmt anzunehmen ist es aber, daß den Völkern des Ostens, den Chinesen und namentlich den Japanern, deren Land mit seinen vielen gebirgigen Erhebungen, mit seinen tiefen Zerklüftungen einen sehr geeigneten Boden für die Entwickelung dieses Transportsystems bot, geradezu zu seiner Ausbildung aufforderte, die Seilschwebebahnen wohl schon seit mindestens 1000-2000 Jahren bekannt waren, Fig. 1. Bei der Zähigkeit, mit der namentlich die hinterindischen Völkerschaften an dem Hergebrachten festhalten, mit der sie ihre Kleidung, ihre Literatur, ihre Gebrauchsgeräte unverändert durch Jahrtausende bewahrt haben, bieten sie uns eine wertvolle Fundgrube für viele Erfindungen und technische Konstruktionen, die oftmals bei uns erst ein Alter von wenigen Jahrzehnten haben, die dort tief versteckt in den unzugänglichen Gebirgen, durch die Selbstverständlichkeit, mit der sie von diesen Völkern benutzt wurden, kaum als des Beschreibens wert angesehen, seit vielen Jahrhunderten vorhanden sind.

Mit dem Worte „Shula" auch „Chinka" bezeichnen die Gebirgsbewohner des Himalaya ein starkes über einen Strom gespanntes Seil. In demselben läuft ein Holzblock, der zum Sitzen der Passagiere dient und der über den Strom hin- und hergezogen werden kann. Eine solche Shula befindet sich angeblich jetzt noch im Betrieb bei Rampur über dem Setledsch, wie die Anzahl dieser Brücken überhaupt in den indischen Gebirgsländern eine ziemlich große ist.*)

Ferner wird heute noch von den Eingeborenen in der Provinz Kaschmir in Indien etwa 60 englische Meilen westlich von der Residenz des Maharadschas der Jhelun-River überschritten, mit einer Seilbahn, wie sie beistehendes Bild zeigt. Zur Zeit der Schneeschmelze stürzen mächtige Wassermengen von dem Tal des Jhelun

*) Merkel. Die Ingenieurtechnik im Altertum.

Digitized by Google

herunter und strömen mit größter Geschwindigkeit, in dem Chenaub-River sich vereinigend, in den Punjab und gelangen von da nach dem Indus. Diese reißenden Wasser werden von einem etwa 1 Zoll starken Seil aus zusammengedrehter Rohhaut überspannt. Fig. 2. Ein aus einem gabelförmig gewachsenem Holz hergestelltes Joch hängt über diesem Seil und trägt zwei Seilschlingen, die als

Fig. 1. Alte japanische Seilbrücke (nach einem japanischen Original, Buch der Erfindungen, Leipzig 1872).

Sitz für den Eingeborenen dienen, der diese Seilbahn passieren will. Ferner ist an dem Joch ein Zugseil befestigt, ein dünneres Hanfseil, das in besonderen Ringen unterhalb des Tragseiles an diesem aufgehängt ist und mittelst dessen das vorerwähnte Joch hin- und hergezogen wird. In der Abbildung ist neben dieser Bahn ein zweites aus Hanf geflochtenes dickes Seil erkennbar, das eine

Digitized by Google

an dieser Stelle lange Zeit in Gebrauch gewesene sehr einfache Brücke darstellt. Die eigentliche Laufbahn dieser Brücke besteht aus einem dünneren Seil, das ebenfalls an diesem dicken Seil an-

Fig. 2. Alte Seilbahn in Kaschmir.

gehängt und durch eine Anzahl von Verbindungen mit letzterem in einer bestimmten Entfernung von diesem gehalten ist, sodaß man sich, seitwärts mit den Füßen auf dem dünnen Seil ausschreitend, an dem dicken festhalten mußte, um diese Brücke zu passieren.*)

*) Aus „Technische Rundschau", Berlin, 24. IV. 07.

Digitized by Google

Eine andere sehr alte japanische Zeichnung, Fig. 3, enthält eine sehr bemerkenswerte Angabe über eine Luftseilbahn, die schon mit Doppeltragseil und offenbar hin- und hergehendem Zugseil ausgerüstet ist. Sie zeigt die Verbindung zweier Felsplatten, von denen die eine wesentlich höher liegt, wie die andere, und zwischen denen eine Schlucht schroff in die Tiefe zum Meere hinunterfällt.*) Zwischen zwei Böcken sind die nach rückwärts verankerten Tragseile ausgespannt, auf deren jedem sich ein, wie sich aus dem Bilde deutlich erkennen läßt, zum Personentransport dienender

Fig. 3. Zweiseilbahn mit hin- und hergehendem Betrieb, nach einer alten japanischen Zeichnung.

Laufwagen bewegt. Dieser nach Art einer Gondel geflochtene Wagen hängt in Dreiecksgehängen, die sich mit Hilfe von zwei Rollen auf das Tragseil auflegen. Eigentümlich ist die Art der Beförderung. An jedem dieser Körbe befinden sich zwei Zugseile, die mit ihren Enden nicht über Rollen oder irgend eine Antriebsvorrichtung gezogen sind, sondern die lediglich von den die das Hin- und Herbewegen besorgenden Arbeitern gezogen bzw. nachgelassen werden, eine in Anbetracht der starken Steigung offenbar sehr schwierige und gefährliche Arbeit. Es scheint jedoch, als sei die Zeichnung in dieser Hinsicht nicht ganz zuverlässig, da sich in ihr

*) Die Allgemeine Polytechnische Zeitung No. 12. 1878. Berlin.

Digitized by Google

ferner noch erkennen läßt, daß an jedem Wagen sich nach der einen Seite hin das Zugseil spaltet bzw. als doppeltes Seil erscheint. Hiernach ist anzunehmen, daß das Zugseil auf eine flaschenzugförmige Einrichtung herauskommt, mit deren Hilfe es möglich ist, die außerordentlich große Steigung beim Aufwärtsbefördern des einen Korbes leichter zu überwinden und die kolossale Beschleunigung, die der abwärtsfahrende Korb von selbst bekommt, abzubremsen.

Die erste Quelle aus der Literatur des Mittelalters befindet sich in der k. k. Hofbibliothek zu Wien (Handschriften-Katalog, Cod. Nr. 3069) und ist ein sogenanntes Feuerwerksbuch, also eines jener kostbaren Handschriften, in denen die Artilleristen des Mittelalters, die Zeugmeister, neben ihren Kenntnissen in der Kunst der „Äkeley" und in der Bereitung des Pulvers auch ihre anderen technischen Kenntnisse niedergelegt haben, Handschriften, welche namentlich für die Geschichte des Ingenieurwesens von ganz besonderem Werte sind. Die Handschrift Cod. 3069 rührt von Johann Hartlieb und aus dem Jahre 1411, also ganz aus dem Anfange des 15. Jahrhunderts her, und ist eine der ältesten der bekannten derartigen Handschriften überhaupt, da sie chronologisch 1. der von München (Universitäts-Bibliothek, Cod. germ. Nr. 600, geschrieben zwischen 1350—80); 2. der von Wien aus der Ambraser Sammlung (Piken, Kriegsrüstung, Sturmzeug und Feuerwerksbuch, Ende des 14. Jahrhunderts); dann 3. der von Göttinger (Universitäts-Bibliothek, Katalogs-Nr. Cod. 63, „Keyser's Waffenbuch" vom Jahre 1405) und endlich 4. der Handschrift aus der Münchener Universitäts-Bibliothek (Cod. 600) folgt, welche letztere von Abraham v. Memmingen herrührt. Dieses Feuerwerksbuch wurde nach Einigen 1410, nach Anderen 1414 oder 1417 für Herzog Friedrich von Tyrol († 1439) geschrieben, und ist nach den Forschungen im Nürnberger germanischen Museum das Original für alle späteren Feuerwerks-Handschriften und frühesten derartigen Druckwerke: so z. B. für die Nürnberger Handschrift (germanisches Museum) aus dem 15. Jahrhundert; für die Ambraser Handschrift Cod. 52 zu Wien, welche das Wappen des Brandenburgers trägt, also zwischen 1415 und 1440 fällt; für das Freiburger Schützenbuch vom Jahre 1424; für den Münchener Codex 4092, das Feuerwerksbuch Conrad's v. Schongau vom Jahre 1432; für den Codex Nr. 3062 vom Jahre 1447 in der Wiener k. k. Hofbibliothek; für den Codex im Nürnberger germanischen Museum vom Jahre 1450; für den berühmten Codex 2952 der Wiener Hofbibliothek vom Jahre 1457; dann für die zwei alten Prunkwerke, von denen sich das eine von „Hansen Knappen, anno 1511" im Stadtarchiv zu Augsburg und das andere, die „Püchsenmaisterey durch Joachim Brechtel, anno 1591" im Nürnberger germanischen Museum befindet.

Digitized by Google

In dem Wiener Codex 3069 vom Jahre 1411 findet sich nun eine regelrechte „Seilbahn" abgebildet. Fig. 4. Zur linken Hand der Zeichnung ist eine Burg dargestellt, die auf einem Felsen steht; in der Mitte des Bildes ist ein tiefes Tal, der Burggraben skizziert, und zur Rechten steht ein Mann vor einem Haspel, um dessen Wellrad ein Seil ohne Ende geschlungen ist, das sich in einem Zugange zur Burg (wo die Spannwelle steht) verliert; auf dem Seile hängen nun die Transportgefäße (Körbe), welche durch den bezeichneten Mechanismus über die Schlucht bewegt werden.*)

Schon diese ältesten nachweisbaren literarischen Darstellungen lassen in den Konstruktionsgrundzügen eine Ausbildung erkennen, die, wenn auch nur sehr skizzenhaft gezeichnet, doch vielen später auftretenden gegenüber eine weit vorgeschrittene genannt werden muß, da unzweifelhaft auf eine Verbindung von endlosem Seil mit einem mechanischen Antrieb, mit einem Haspel hingewiesen wird. In dieser Kombination liegt aber schon ein für damalige Zeit großes erfinderisches Moment, das noch gegen das Jahr 1870 hin von der englischen Patentbehörde als genügend zur Patentierung angesehen wurde.

Nur wenig später, um das Jahr 1430 bis 1440 erscheint eine neue Notiz über eine Seilbahn oder vielmehr eine seilbahnähnliche Transporteinrichtung.**) In der Münchener Königlichen Bibliothek befindet sich eine Handschrift von der Zeit der Hussitenkriege, zwei Hefte, ein deutsches und ein italienisches, die zusammen in einem Band vereinigt sind, und dessen zweites wenigstens ziemlich sicher von Marianus Jacobus (genannt Taccola) von Siena stammt. Diese Hefte enthalten eine große Anzahl von technischen Einrichtungen, die sich im wesentlichen auf die in den damaligen Hussitenkriegen angewandten artilleristischen Einrichtungen beziehen, wenn auch eine Menge Einrichtungen mit beschrieben sind, die mechanische Hilfsmittel allgemeiner Natur darstellen. Ein Hinweis an anderer Stelle des Buches läßt vernehmen, daß die folgende beschriebene Bahn etwa 1438 von dem Verfasser gesehen worden ist.

Blatt 23, Heft II, dieser Handschrift zeigt, wie man eine Bombarde oder eine andere Last durch Zugtiere über einen Fluß oder eine Schlucht schaffen kann, welche die Zugtiere nicht überschreiten können. Zwischen einem Baume auf dem linken und einem eingeschlagenen Pflocke auf dem rechten Flußufer ist ein Seil gespannt, an das die Bombarde vermittelst eines Ringes gehängt ist. An den Baum ist eine Flasche mit einer Rolle gebunden, über welche ein Zugseil geht, dessen eines Ende an dem Ringe, der die Bom-

*) Rziha, Wochenschrift des österr. Ing.- u. Archt.-Vereins. 1877. Nr. 51. Wien.

**) Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues. Berlin 1899.

Digitized by Google

Fig. 4. Luftbahn mit endlosem Seil. Aus einer alten Handschrift des Johann Hartlieb, etwa um 1411, Wiener Hofbibliothek.

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

barde trägt, befestigt ist, während an dem anderen Ende, welches ebenfalls über den Fluß hinübergeführt ist, die Zugtiere angespannt sind. Gehen diese landeinwärts, so ziehen sie die Bombarde über den Fluß, indem der Ring, an welchem sie hängt, über das gespannte Seil hingleitet. Fig. 5. Hier findet sich zum ersten Male auch schon die Spaltung der Seilbahnen in zwei von einander verschiedene Systeme nachgewiesen, denn während die alte Wiener Handschrift eine Einseilbahn darstellt, bei der das Zugseil immer endlos sein muß, selbst wenn der Betrieb ein hin- und hergehender würde, zeigt diese Veröffentlichung des Mariannus Jacobus die Darstellung einer Seilbahn mit von dem Tragseil getrenntem Zugseil. Die Konstruktion mag sich notwendigerweise aus der Größe des zu befördernden Transportgewichtes ergeben haben, da sich ein bewegtes Seil nur bis zu einem bestimmten Grade senkrecht zu

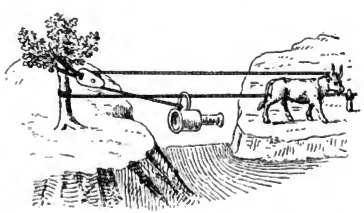


Fig. 5. Seilbahnähnliche Lastenbrücke, festes Tragseil und bewegtes, nicht endloses Zugseil, etwa 1438.

seiner Spannungsrichtung belasten läßt, über den hinauszugehen der Durchhang und damit die Möglichkeit der Bewegung verbietet. Hier, wo es sich um den Transport eines schweren Geschützrohres handelte, verbot sich die Aufhängung an einem endlosen Seil von selbst, wenn nicht die zugehörigen Hilfskonstruktionen, Umführungsrollen usw., eine entsprechende, für damalige Zeiten bedeutende Größe, das Seil aber eine enorme Spannung hätten erhalten sollen. Einfacher war es deshalb schon, die beiden Arbeiten des Tragens und des Bewegens zu trennen, jeder ein besonderes Element zuzuweisen und damit eine Zweiseilbahn zu schaffen.

Aus der Zeit der spanischen Conquista, etwa gegen das Jahr 1563 stammt eine vor 10 Jahren noch vorhanden gewesene, handbetriebene Seilbahn hoch oben in den südamerikanischen Cordilleren im Innern Columbiens, die aller Annahme nach noch heute vorhanden sein dürfte. Die Bahn dürfte vielen von den Reisenden bekannt sein, die, aus den Llanos von Venezuela und Columbien kommend und den Wasserlauf des Rio Meta benutzend, von Osten

Digitized by Google

her Bogota, die Hauptstadt des Landes, zu erreichen suchen. Die Landstraße zieht auf einem weiten Umwege um die Schlucht herum, sodaß die die Lasten tragenden Maultiere oder Esel dieser Straße folgen, während die Reisenden zur Abkürzung des Weges gewöhnlich vor der Schlucht absteigen und den weit kürzeren luftigen Weg über die Seilbahn wählen.

Die Eroberung dieser Lande vollendete 1536 unter Karl V. Gonzola Jimenez de Quesada, der sie nach seiner Heimat Neu-Granada benannte. Gleichzeitig drang auch ein Beamter des Augsburgischen Bankhauses Welser, Nicolaus Federmann, bis Bogota vor, zur

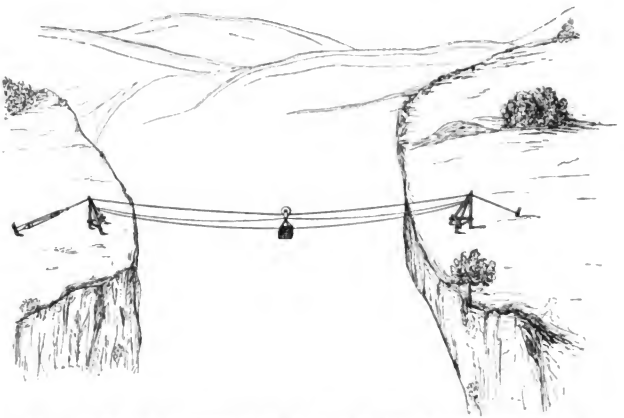


Fig. 6. Seilbahn für Personenbeförderung, vermutlich um 1536—40 zwischen Santanda und Merida (Kolumbia-Venezuela) angelegt. (Skizze nach mündlichen Mitteilungen.)

näheren Erforschung der von Karl V. dem Bankhause verpfändeten neuentdeckten Landesteile. Da diese bis dahin vollständig unbekannten Länder große natürliche Reichtümer aufwiesen — man glaubte in ihnen sogar lange Zeit das sagenhafte Dorado gefunden zu haben —, war es die erste Sorge ihrer neuen europäischen Besitzer, sie mit Verkehrswegen zu besorgen. Namentlich die als erste Missionare und gleichzeitig auch als wirtschaftliche Kolonisatoren in das Land gekommenen spanischen Ordensgeistlichen, Dominikaner und Franziskaner ließen sich die Ausbildung des Verkehrs sehr angelegen sein, und auf sie dürfte auch die erwähnte Seilbahn zurückzuführen sein. Die Bahn bestand aus einem sehr

Digitized by Google

starken Tau, Fig. 6, das zwischen zwei Pfahlgerüsten, ursprünglich vielleicht nur zwischen zwei Bäumen, ausgespannt war und auf dem ein Korb zur Aufnahme der die Schlucht passierenden Personen in einer Rolle hängt. Mit Hilfe eines zweiten Seiles, das unterhalb des Tragseiles ausgespannt ist, ermöglicht es die in dem Korb stehende Person, sich selbst voranzuziehen.*)

Seit nun bald 350 Jahren geht der Verkehr in dieser primitiven Weise über diese Seilbahn von statten, die somit eines der ältesten Zeichen europäischer Kultur in Südamerika bildet.

Im Jahre 1597 erschien ein Werk von Buonaiuto Lorini, einem etwa 1545 geborenen Edelmanne aus Florenz, der sich aus diesem

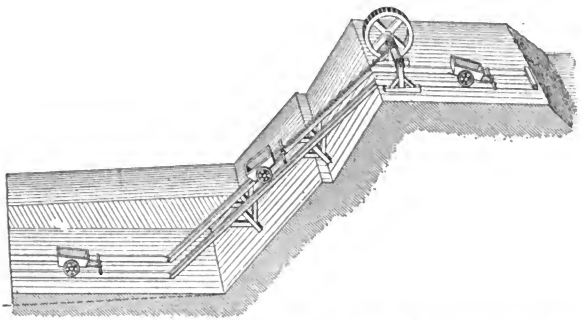


Fig. 7. Buonaiuto Lorini. Schrägaufzug mit Seilbetrieb (ca. 1580—90) als Konstruktionsgrundlage für Seilbahn.

Werke „Delle Fortificationi" als durchaus praktischer Ingenieur erweist. Aus der Einleitung zu diesem Werke erfahren wir, daß er vornehmlich bei den Befestigungswerken von Zara und dem Castell von Brescia tätig war und zwar im Dienste der Signoria von Venedig, für die er diese Arbeiten etwa 16 Jahre lang leitete. Die von ihm beschriebenen, teilweise artilleristischen oder wasserbautechnischen, zum großen Teile aber auch maschinentechnischen Arbeiten sind von außerordentlich großem Interesse, zeigen sie doch, wie z. B. in den Hinterladegeschützen, Konstruktionen, die heute noch in ihren Grundzügen unverändert angewandt werden. Ebenso kann er als der wirkliche erste Konstrukteur eines Selbstgreifers

*) Diese Beschreibung ist einer Mitteilung des Kaufmanns G. Reichel in Leipzig entnommen, der in der dortigen Gegend Mitte der 90er Jahre wohnte.

Digitized by Google

angesehen werden. Er beschreibt nämlich eine Baggermaschine zum Ausbaggern der Kanäle von Venedig, die einen sehr scharfsinnig konstruierten Greifer mit Seilbetrieb enthält. Unter diesen Arbeiten sind diejenigen von großem Interesse, die sich mit den Transporteinrichtungen befassen. So erwähnt er in Kapitel VII seines Werkes eine transportable Eimerkunst zum Ausschöpfen von Baugruben, die nichts anderes darstellt, wie unsere heutigen Becherelevatoren in schon ziemlich weit fortgeschrittener Ausbildung. Diese Elevatoren befinden sich wiederholt in Kapitel VIII seines Werkes, in dem er zeigt, wie man vermittelst einer Kette ohne Ende, welche über eine horizontale Welle gehängt ist und durch diese bewegt wird, auch Erde rasch und bequem fördern kann, indem man sie in Körben an den aufsteigenden Teil der Kette hängt und die Körbe oben durch andere Arbeiter abnehmen und dann an den abwärtsgehenden Teil der Kette hängen läßt. Kapitel X zeigt und beschreibt dann den in Figur 7 abgebildeten Apparat zum Transportieren von Erde bei der Umwallung von Festungen.*)

Die gefüllten Erdkarren werden auf einer stark ansteigenden Holzbahn vermittelst eines Haspels mit Spillen- und Tretrad auf den Wall gezogen, dort abgenommen und entleert und alsdann auf der geneigten Holzbahn wieder hinabgelassen. Die Zuführungsbahn unten im Graben hat Fall nach der Rampe, die Abführungsbahn oben auf dem Walle nach der Entleerungsstelle hin, sodaß die gefüllten Karren auf beiden bergab laufen. Dieser Apparat bietet besonders dadurch Interesse, daß die Balken der ansteigenden Bahn mit einer Spur versehen sind, durch welche die Karrenräder geführt werden, eine erste Andeutung eines Bahngeleises.

Am Schlusse dieses Kapitels sagt Lorini: „Man kann mit Erde beladene Karren auch noch in anderer Weise fortbewegen, wenn es sich darum handelt, die Erde aus dem Graben zu schaffen, oder sie aus der Contrescarpe zu nehmen und über den Graben zu schaffen, nämlich auf zwei an starken Stützpfählen befestigten und durch Handgöbel und Flaschenzüge gespannten Seilen, oder sonst etwas, das zur Unterstützung geeignet und leicht transportabel ist. Alsdann müssen jedoch die Räder der genannten Karren etwas breiter sein, als gewöhnlich von weichem Holze und ausgehöhlt, wie die Rollen eines Flaschenzuges. Diese Rinne muß durch starke Bretter hergestellt werden, die man auf jeder Seite anpaßt, und die Kanten müssen innen so abgeschrägt werden, daß der Kanal nach außen viel weiter ist, als auf dem Grunde, d. h. als die Breite des Rades. Und um mit diesem Apparat zu arbeiten, muß man wissen, daß der Karren immer auf den beiden Seilen stehend be- und ent-

*) Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues.

Digitized by Google

laden werden muß. Obgleich hieraus hervorgeht, daß das Herbeibringen der Erde, um die Karren zu füllen, und das Verbringen derselben an ihren Bestimmungsort, nachdem der Karren entleert ist, als zwei gesonderte Arbeiten behandelt werden müssen, so ist diese Arbeitsweise doch von großem Vorteile, weil man bei der Herrichtung des Apparates nichts zu tun hat, als die Seile zu spannen, und die Verteidigungswerke der Festung dabei nicht verletzt werden. Wenn die Karren oben umgestürzt werden, müssen sie etwas über dem Walle stehen und umkippen, ohne rückwärts fahren zu können, bevor sie entleert sind; unten aber müssen sie so tief stehen, daß sie mit Schubkarren oder anderen Instrumenten bequem gefüllt werden können, und zwar geschieht dies vermittelst eines

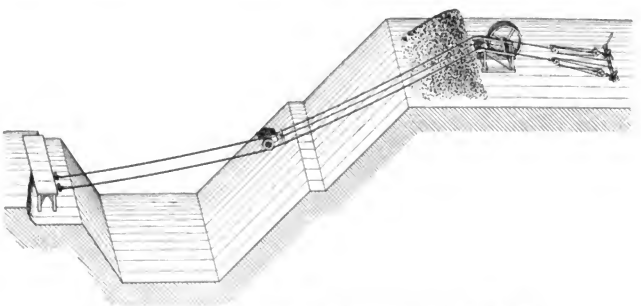


Fig. 8. Rekonstruktion der Seilbahn des Buonaiuto Lorini, ca. 1580—90.

Steges. Das Ganze muß, wie gesagt, transportabel sein und leicht von einem Ort zum anderen bewegt werden können." — —

Beck glaubt in seinen Beiträgen zur Geschichte des Maschinenbaues annehmen zu müssen, daß dies die älteste Nachricht von einer Seilbahn sei. Aus den früher angeführten Daten läßt sich entnehmen, daß Beck hierin irrt. Interessant ist bei Lorini jedoch die Entwicklung dieser Schwebebahn, und zwar einer solchen, die schon ziemlich hohe Ansprüche an die Technik stellt, indem auf leichtes Verlegen derselben Rücksicht genommen werden muß. Um ungefähr einen Begriff von der Konstruktion dieser originellen Einrichtung zu geben, ist in Fig. 8 der Versuch einer Rekonstruktion nach dem Texte gemacht worden. Es handelt sich demnach hierbei um eine Art von schrägem Seilaufzug, wie sie bis heute noch häufig ausgeführt werden, und die spätere Konstrukteure, z. B. von Dücker, noch häufig irrtümlicherweise Seilbahnen genannt haben.

Digitized by Google

Nur besteht diesen gegenüber der Unterschied, daß man hier nicht auf das so außerordentlich einfache Hilfsmittel der Aufhängung der Last unter dem Seil gekommen war, sondern die Wagen über bzw. zwischen die Seile hängte, was natürlich ganz bedeutende Schwierigkeiten verursachen mußte. Man kann annehmen, daß sich die Konstruktion der Details, namentlich der Wagen und des Haspels eng anschloß an die Konstruktion der vorbeschriebenen schiefen Ebene mit festen Schienen, Fig. 7, also auch hier wieder trotz der scharfsinnigen Lösung einer ziemlich schwierigen technischen Aufgabe nicht ein Ableiten aus älteren Konstruktionen charakteristischer Art, in diesem Falle schwebender Bahneinrichtungen mit

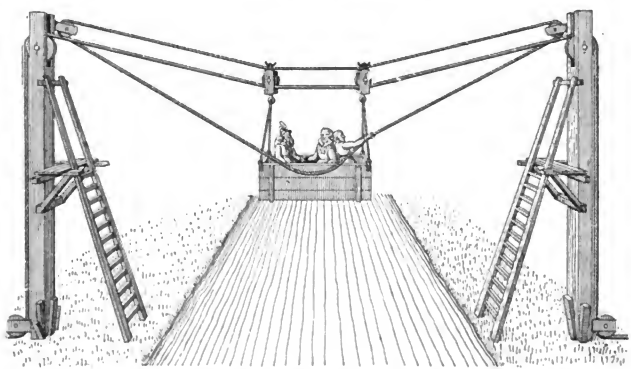


Fig. 9. Faustus Verantius. Zweiseilbahn mit festem Tragseil und endlosem Zugseil (etwa 1610).

untenhängender Last, sondern eine Lösung für einen Einzelfall mit Umbildung einer bodenständigen Gleisebahn zu einer solchen mit hängendem Gleise. Allerdings kann auch hier wieder nur von einer Zweiseilbahn gesprochen werden, insofern, als das tragende Element und das bewegende Element von einander getrennt sind. —

Um dieselbe Zeit, wie das Lorini'sche Werk, erschienen die ersten Veröffentlichungen des Faustus Verantius, eines Neffen des Antonius Verantius, von dem Michaud in seiner Biographie Universelle sagt: „Er war Erzbischoff von Gran, Primat und Vizekönig von Ungarn, berühmt durch die diplomatischen Missionen, die er an den ersten Höfen Europas ausführte, stammte aus vornehmer Familie, war geboren am 20. Mai 1504 zu Sebenico und starb am 15. Juni 1573." Der Neffe dieses Antonius Verantius, Faustus, war

Digitized by Google

selbst Geistlicher, Bischof in partibus des heutigen ungarischen Komitats Csanad. Unter seinen Werken, deren erstes 1595 in Venedig erschien, findet sich ein in fünf Sprachen abgefaßtes, offenbar 1617 gedrucktes Werk, betitelt „Machinae Novae etc." mit zahlreichen Figurentafeln, in dem nicht nur Maschinen, sondern auch Brücken, Kirchen und andere merkwürdige Konstruktionen, die er auf seinen Reisen zu beobachten Gelegenheit hatte, aufgeführt sind. In diesem Werke befindet sich eine Seilbahn, Fig. 9, von äußerst interessanter Konstruktion, von der der Verfasser sagt:*)

„An ein dickes Seil soll ein Trog oder Korb mit umlaufenden Rollen gehängt, und daneben ein dünnes Seil gespannt werden, welches, wenn es angezogen wird, diejenigen, welche sich in dem Korbe befindet, ohne alle Gefahr hinüberbringen wird."

Zunächst ist zu bemerken, daß es sich hier um eine schon ziemlich weit fortgeschrittene Zweiseilbahn mit endlosem Zugseil, allerdings für hin- und hergehenden Betrieb handelt. Betrachtet man die Einzelheiten näher, so fallen einige technisch sehr glücklich entwickelte Konstruktionen an denselben auf. Vor allen Dingen greift das Zugseil nicht, wie bei den früher beschriebenen indischen und japanischen Seilbahnen, an der pendelnd aufgehängten Wagenlast an, sondern an den Rollen bzw. dem Laufwerk, wobei zu beachten ist, daß hier schon zwei Aufhängerollen für den Wagenkasten verwendet sind. Durch das Angreifen des Zugseiles an dem Laufwerk wird aber das Schiefziehen der Wagenaufhängung bei Überwindung der notwendigerweise auftretenden Steigungen vermieden. Ferner fällt die Art der Tragseilführung auf. Wenn auch die Enden des Tragseiles nicht sichtbar sind, so muß doch darauf aufmerksam gemacht werden, daß dieses auf den beiden Stützen oben und unten über Rollen geführt ist, was darauf schließen läßt, daß es, wenn auch nur geringe, Bewegungen auszuführen hat. Sollte hiermit eine Andeutung auf eine selbsttätige Anspannung des Seiles, die doch nicht gut anders, wie durch Gewichtsbelastung ausgeführt werden könnte, gegeben sein? — — — Sollte diese Annahme jedoch verfehlt sein, so würde wohl die andere zutreffen, daß zum Ausgleich etwaiger Längendifferenzen oder zur Regulierung des Durchhanges an den Enden Winden oder Flaschenzüge zum Nachspannen angebracht worden sind. — — —

Nach der geringen technisch-historischen Ausbeute der vorbeschriebenen Seilbahnen mutet es erfreulich an, aus einer, einige Jahrzehnte, späteren Zeit einmal eine vollständige Abbildung einer wirklich zu größeren Massentransporten dienenden Schwebeseilbahn zu sehen. Sie ist enthalten in einer Chronik der Stadt Danzig aus dem Jahre 1644. Diese Danziger Chronik enthält zwar außer

*) Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues.

Digitized by Google

dem Bilde dieser Anlage keine ausführliche technische Erläuterung, wohl aber auf dem Bilde selbst eine Legende mit Buchstaben-Verzeichnis in lateinischer und deutscher Sprache, aus der sich die Einzelheiten mit ziemlicher Deutlichkeit entnehmen lassen. Fig. 10. Namentlich ist sehr gut zu erkennen, daß diese als Einseilbahn mit endlosem Zugseil und an dem Seil unlösbar befestigten untenhängenden Körben ausgeführte Anlage für das beladene Seiltrumm nicht weniger wie 7 Stützen vorsieht, während das Leerseiltrumm

Fig. 10. Seilbahn zum Abtragen des Bischoffsberges bei Dantzig. Erbaut 1644 von Adam Wybe.

nur auf einer einzigen Mittelstütze aufruht. Als Erbauer dieser Seilbahn wird der holländische Architekt Adam Wybe, gebürtig aus Harlingen in Holland, genannt.

Nach der dichten Wagenfolge, die diese Bahn aufweist, muß sie eine ziemlich erhebliche Leistung besessen haben, doch scheint auch sie in ihrer Ausführung sehr vereinzelt geblieben zu sein, von einer Nachahmung oder Wiederholung derselben an anderer Stelle ist nichts bekannt. Es ergiebt sich dies sehr einleuchtend aus dem

Digitized by Google

bekannten technischen Geschichtswerke des 18. Jahrhunderts, dem Theatrum machinarum hydrotechnicarum von Jacob Leupold, Leipzig, erste Auflage 1714, neu aufgelegt 1774, das als wahre Fundgrube für die Technik des 17. Jahrhunderts angesehen werden muß.

Dieser Schriftsteller wurde (nach C. G. Jöcker, Gelehrten-Lexikon 1750) am 25. Juli 1674 zu Planitz bei Zwickau in Sachsen geboren, lernte anfänglich das Drechslerhandwerk und studierte später kümmerlich zu Jena und Wittenberg Mathematik, ging als Lehrer nach Leipzig, arbeitete Modelle, wurde zum Mitgliede der Florenzer Akademie „del' Onore letterario" und später 1725 zum preußischen Bergrate wegen seiner hervorragenden Kenntnisse und praktischen Leistungen auf dem Gebiete des Bergmaschinenwesens ernannt. Leupold, welcher 1727 starb, ist für die Geschichte der Ingenieur-Wissenschaften ein Autor, dessen Wert in der Gegenwart ganz besonders zu schätzen ist, denn er gibt uns durch seine in sieben Bänden gesammelten Abhandlungen und Zeichnungen aus dem Gebiete Mathematik, Geometrie, Statik, Mechanik, Hydraulik und des Brückenbaues, bei dem er sich allerdings meist auf Schramm stützt, ganz genaue Kenntnis von dem Zustande schon hoher Entwicklung der Ingenieur-Wissenschaften lange vor der Zeit der Dampfmaschine. Für historische Forschungen im Rahmen unseres Faches ist Leupold eine der edelsten Fundgruben; sie enthält unter Anderem auch schon das Abbohren eines weiten Brunnenschachtes (zu Amsterdam), welches Verfahren bis jetzt irrtümlich als zuerst 1844 durch Combes angeregt und durch Kind und Choudron ausgeführt betrachtet wurde.*)

Bringt der genannte Schriftsteller auch wohl noch Hinweise auf Seilbahn-ähnliche Konstruktionen anderer Art, so findet sich doch in diesem seinen umfassenden Werke keinerlei Anspielung darauf, daß speziell die Danziger Bahn irgend welche Nachfolger gefunden hätte, weshalb er ihre Nachahmung in richtiger Erkenntnis des wirtschaftlichen Wertes dieses Transportsystems auch warm empfiehlt. — Doch er blieb der Prediger in der Wüste. —

Wären noch spätere Anlagen zu seiner Kenntnis gekommen, so würde er es auch sonst kaum für notwendig gehalten haben, gerade diese Danziger Anlage in der Ausführlichkeit zu beschreiben, wie er es tut, noch weniger aber würde, wenn diese Anlage zur Durchbildung eines Systems geführt hätte, es für ihn notwendig geworden sein, sich ihre Einzelheiten wieder zu rekonstruieren. Jedenfalls ist seine Arbeit über diese Seilbahn eine der interessantesten, die aus

*) Franz Rziha Zur Geschichte der Seilbahnen. Wochenschrift des Oesterr. Ing.- und Arch.-Vereins, Wien 1877.

Digitized by Google

der alten Zeit der Transport-Industrie existiert, weshalb sie hier im vollen Umfange zum Abdruck gebracht werden mag.

„Die Dantziger Maschine, vermittelst welcher der sogenannte Bischoffsberg um ein Großes abgetragen, und die Erde in freier Lufft, erstlich den Berg hinab, ferner über einen Fluß, über ein Stück Anger und Land, denn über den breiten Stadt-Graben, und endlich auf den Wall hinauf geschaffet worden.

Es ist von dieser Maschine ein apartes großes Kupffer vorhanden, so aber sehr rar ist, auf welchem der Berg und die gantze Gegend nebst der Maschine perspektivisch entworffen, weil aber die Distanz sehr groß, ist alles sehr klein und unkänntlich worden, ob schon sonsten der Riß sehr sauber und nett von dem berühmten

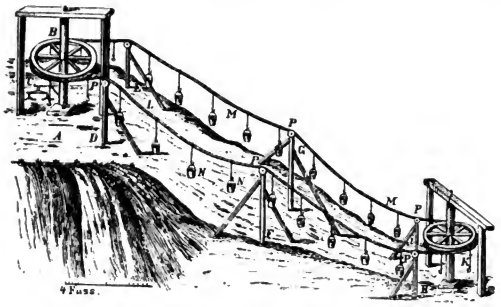


Fig. 11. Leupold, 1724, die Dantziger Maschine.

Hondio gestochen. Ich habe solche Zeichnung nirgend finden können, wie sehr ich mich auch bemühet, bis endlich selbige bei E. E. Hochw. Raths Ober-Voigt allhier in Leipzig, Herrn Senkeisen, erhalten habe; wie er denn sonsten noch einen schönen Vorrath von dergleichen Sachen und Curosiotäten besitzet. Die gantze Maschine habe nicht gezeichnet, weil solche allzu klein gefallen wäre, sondern nur etwas das ich dieser gleich halte, wie denn auch die Räder und alles womit das Werk getrieben worden, verdecket ist (Fig. 11). Weil nun auf dem Kupfer ziemlich deutlich zu sehen, daß das Seil oder Canal viel auf Waltzen oder Kolben aufflieget, und also unmöglich, daß die Eymer mit ihrem Seil darüber gehen können, so hat es mir viel Spekulierens gemachet, wie solches zugienge, bis ich etliche Maschinen und Modelle verfertiget, welche sehr wohl angehen. Ich habe aber hernach erfahren, daß die Eymer nicht von

Digitized by Google

sich selbst, sondern durch darzu bestellte Personen, über die Rollen sind gehoben worden, und wenn ich dieses von Anfang gewußt hätte, würde mir keine Mühe gegeben und es vor inpracticabel gehalten haben. Ich will erstlich die Maschine, hernach die Waltzen oder Rollen nach meiner Invention beschreiben. A sey der Berg, auf welchen ein Horizontal-Rad B, so auf der Stirn tief eingeschnitten, daß ein starckes Anker-Tau darinnen liegen kan, dieses

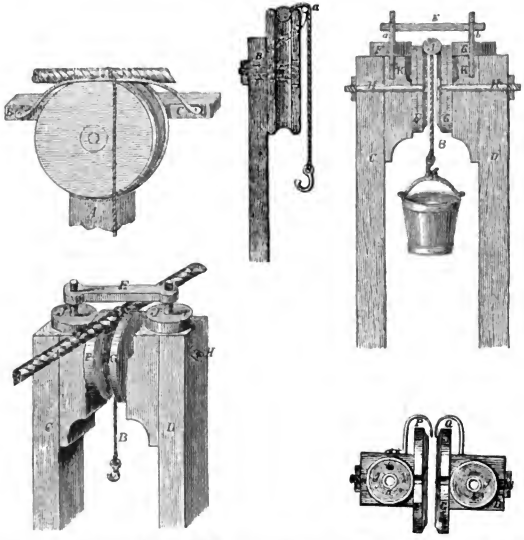


Fig. 12. Leupold, 1724, Einzelheiten, Aufhängung der Eimer, Rollenführungen zu Dantziger Maschine.

Rad muß in einem wohlgezimmerten Gerüste eingefasset sein (so hier nicht bemerket ist), am Rad ist ein Arm oder Deichsel C, daran zwey oder mehrere Pferde können gespannet werden. D E, F G, H I sind Säulen, auf welchen oben die Rollen sind, darauf das Tau ohne Ende läufft. K ist das andere Rad, da das Tau herumgehet, L das Tau, und zwar die Seite, da es mit denen vollen Eymern herunter gehet, M aber die Seite, da die letigen hinauf gehen, N die kleinen Eymer mit ihren Schnüren oder kleinen Seilen, oben in A

Digitized by Google

werden die vollen Kübel angehangen, und unten in K ausgeschüttet. P sind die Scheiben oder Rollen über welche ein Mann die Eymer hinüber leiten muß.

Daß aber die Eymer selbst hinüber gehen, ist meine Invention diese, Fig. 11. Es wird oben an dem Balken oder Säule A ein Quer-Holtz gemachet BC, an dieses ein langer eiserner glatter Stab an beiden Enden in B und C feste gemacht, und machet solcher einen Bogen, daß er etwas höher und auch weiter absteht, als die Scheibe, wie das Ringlein a bei der III. Figur zeiget, über welches das Seil lieget, und den eisernen Stab in Profil vorstellet, also wenn das Seil an den Stab kommet, es auf dem Stabe fortrutschet bis es über die Waltze hinweg ist. (Fig. 12.)

Weil aber das Seil sich dadurch abarbeiten würde, bin ich auf die andere Invention, daß die Eymer durch die Waltze hindurch gehen, gefallen, Figura IV stellet solche in Profil vor; A ist das große Tau; daran die Eymer hangen, B das kleine Seil mit den Eymern, C D zwey Säulen, so unten in der Erde feste, oben aber mit einem Eisen E und zwei Poltzen a, b zusammengehangen sind, F G sind zwei halbe Rollen oder Scheiben, davon jede ein Stück der Höhlung hat, darinnen das Tau A lieget, in der Mitte aber voneinander stehet, weil nun das Tau A sehr starck, kan es es nicht, hingegen das Seil der Eymer B weil es dünne durchweg gehen. H sind zwey starke Poltzen, damit jede halbe Scheibe feste, und vorne mit einem Kopff C C versehen ist. Weil aber das Tau die Scheiben auseinander presset, und große Friction verursachen würde, so ist hinter jede eine Horizontal-Scheibe F und G geleget, an welchen die großen F und G anliegen, und zugleich mit Ihnen umgedrehet werden, deswegen auch das Holtz bei K hinweg genommen ist.

Fig. V zeiget solches von oben herab eben mit diesen Buchstaben, nur daß zum Überfluß zwey Eisen P Q angemachet sind, welche das Seil, daran die Eymer hängen, allezeit, recht in die Mitte führen. Fig. VI zeiget eben dieses mit den Buchstaben perspectivisch.

Es ist dieses eine sehr nützliche Maschine, und kan, wo Verstand gebrauchet wird, bey vielen Gelegenheiten sehr große Dienste thun, absonderlich da man nun auch die Leute erspahren kan, die sonsten die Eymer überheben müssen. Der Inventor ist ein Holländer von Harlem, Adam Wyce*) gewesen."

Leupold war übrigens einer von den wenigen, die den Versuch gemacht haben, in der Technik auf Grund älterer Gelegenheitsschöpfungen neuere Systemerfindungen zu schaffen. Es geht dies hervor aus einer weiteren Veröffentlichung in dem „Theatrum

*) Offenbar verdruckt, „Wybe", „Harlingen".

Digitized by Google

machinarum", die eine Seilbahn-ähnliche Einrichtung beschreibt, welche gleichzeitig als Schrägaufzug benutzt wird. Diese Veröffentlichung in dem Kapitel VII, Tafel XXVI, Seite 62 des obengenannten Buches kann als eine der ersten Hinweise auf Kabelhochbahnen mit Hubeinrichtungen und speziell mit Einseillaufkatze angesehen werden, wenn man aus der allerdings primitiven Darstellung und namentlich aus der hier vorliegenden Anwendung einer solchen Einrichtung für häusliche Zwecke den technisch wertvollen Kern herausschält. Leupold beschreibt diese Einrichtung wie folgt: (Fig. 13.)

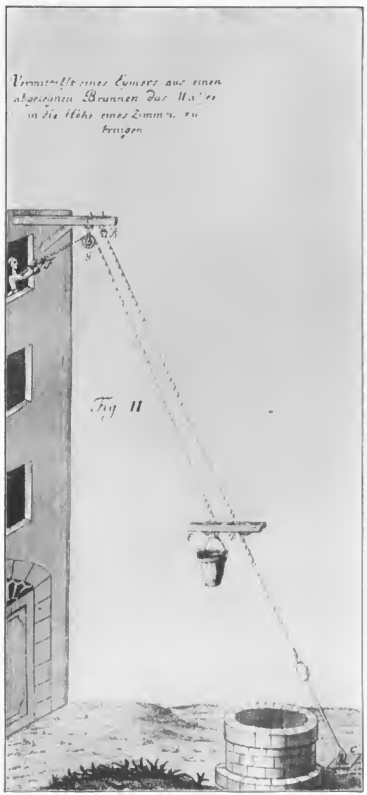


Fig. 13. Kabelbahn (etwa 1720) mit Einseillaufkatze.

„Eine besondere Maschine des vorigen Autoris, das Wasser aus einem Brunnen und alsdann wieder in schreger Linie zu ziehen.

Obschon diese Maschine nicht hierher gehöret, dennoch weil sie eben dieses Autoris, und der Raum dazu sich schicket, sol sie hier Tabula XXVI Figura 11 Platz finden.

Es sei ein Brunnen ein ziemlich Stück von einem Hause, und man wolte doch im dritten Geschoß oben bei F den Eymer mit Wasser aus solchem Brunnen dahin ziehen, so wird erstlich ein Seil A B und B feste gemacht, an welche ein Holtz D E mit Zwey

Digitized by Google

Scheiben, wie die Figur weiset, gemachet wird, durch die andere Oeffnung gehet ein Seil an dem der Kübel ist, wenn solcher mit dem Holtz D zu A kommet, so bleibet es alda liegen, und der Eymer kommet perpendicular über die Mitte des Brunnen bis zum Wasser, wird bei F am Seil F F so über der Scheibe G gehet, gezogen, gehet das Holtz mit Kübel hinan, und solcher Bei G F so nahe an die Wand, daß die Person im Fenster solchen mit der Hand erlangen kann.

Man könnte dies auch einrichten wie Bei Tab. XXIX. Figura V. gezeiget worden, nemlich, daß die Person unten bei dem Brunnen den Eymer hinauf ziehen könnte, und sich solcher oben durch einen Haken selbst erledigte."*)

Es war im Jahre 1724, als Leupold diese Beschreibung anfertigte, und nun folgt eine lange, lange Zeit, in der auch nicht eine Spur weder literarischer Aufzeichnung, noch etwaiger Überreste, auf die Weiterbildung, selbst nur auf die nochmalige Anwendung des von jenem scharfsinnigen Ingenieur in seinem Werte erkannten Transportmittels verweist. Die Dampfmaschine, die Gasbeleuchtung, sie wurden erfunden, die Stürme der Revolution, der napoleonischen Kriege brausten über Europa hin, letztere Industrie und Technik, wie in England, selbst gegen den Willen des Mächtigen befruchtend, eine vollständige geistige Wiedergeburt des alten Europa erfolgt — aber unter den tausenden und tausenden von Ideen, die zu den großen Erfindungen der Neuzeit führten, fand sich keine, die auch nur einmal während annähernd 130 Jahren auf die Anwendung des für die moderne Technik so außerordentlich wichtigen Transportmittels der Seilbahnen hingewiesen hätte. Die Drahtseile in einer für allgemeine Zwecke verwendbaren Form wurden erfunden, selbst der Erfinder dieser, Albert, dem der Bergbau so viel zu verdanken hat, der so viele Anregungen zu Förderkonstruktionen gegeben hat, die geradezu als Grundlage der heutigen gelten müssen, kam nicht auf die Idee der Seilbahn. Die mittlerweile eingeführte Dampfeisenbahn stellte die höchsten Anforderungen an die schöpferische Kunst der Ingenieure — vielfach mußte sie Halt machen vor tiefen Schluchten, vor schroff ansteigenden Gebirgen; ungeheure Viadukte mußten erbaut werden —, aber lange Zeit kam keiner der Ingenieure auf den Gedanken, ein Drahtseil über eine Schlucht zu spannen und auf diesem Seile Lasten schwebend zu bewegen.

Um das Jahr 1834 finden wir bei den Festungsbauten von Posen durch den damaligen Artilleriehauptmann von Prittwitz wieder den

*) Theatrium Machinarum Hydraulicarum oder Schauplatz der Wasserkünste. Erster Teil. Von Jacob Leupold, Mathematico et Mechanico, Königl. Preuß. Kommercienrat.
Kap. VII von Eymer-Künsten, Tab. XXVI. Seite 62.

Digitized by Google

Versuch einer schwebenden Bahneinrichtung, einer Hängebahneinrichtung für Pferdebetrieb, die zuerst näher beschrieben ist in der kleinen Schrift: „Die schwebende Eisenbahn und Projekt zu einer allgemeinen Eisenbahn durch den preußischen Staat", und die weiter ausführlich beschrieben ist in „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1837". Die Bahn bestand aus einer auf Stützen hochgelegten Schiene, die ihrerseits aus einer hochkant gestellten Bohle gebildet wurde, auf deren Oberfläche sich eine Eisenauflage hinzog. Die Wagen hingen an einem sattelartigen Bock als zwei symetrische Kasten rechts und links neben den Gerüsten, liefen auf einem ziemlich großen, mit eisernem Kehlrand versehenen Rad, das in dem sattelförmigen Gerüst eingebaut war und wurden, zu kurzen Zügen vereinigt, mittelst einer Zugleine von Pferden, die seitlich von den Stützpfosten gingen, gezogen (Fig. 14). Um das seitliche Anschlagen der Wagenkasten an die Stützpfosten zu vermeiden, waren diese unter sich etwa in der Höhe des unteren Teiles der Wagenkasten mit einer durchlaufenden eisenbeschlagenen Bohle verbunden, gegen welche sich Führungsrollen legten. Da die Bahn fast ausschließlich zum Ziegeltransport diente, sind auch die Wagenkasten dementsprechend mit aufklappbaren Seitenwänden versehen gewesen. Die ganze Länge der Bahn betrug 1450 m, die Tragkraft eines Wagens stellte sich auf ca. 500 kg, die Kosten eines Wagens nach den Angaben von Prittwitz zu damaliger Zeit auf 45 Taler, während die Kosten der ganzen Bahn für die deutsche Meile, also 7500 m Länge, 25 000 Reichstaler betragen sollte. Diese Bahnanlage war in Betrieb bis zum Jahre 1856. Aus den Mitteilungen des Erbauers geht hervor, daß sich die gesamten Transportkosten auf dieser Bahn für den Zentner und die deutsche Meile zu 1,4 Pfennig preußisch gestellt haben sollten.

Die ganze Einrichtung kann kaum in den Rahmen der Drahtseilbahnen eingereiht werden, sie ist nur insofern bemerkenswert, als sie fast die einzige Einrichtung einer schwebenden Bahnanlage ist, die in der großen geschichtlichen Lücke vom Jahre 1724 bis 1860 sich vorfindet.

Es ist in der Tat schwer verständlich, daß, nachdem ein so in seinen Einzelheiten durchgearbeitetes Vorbild vorhanden war, nach der Konstruktion dieser Bahn Niemand auf den Gedanken kam, die Schiene, die hier aus Holz bestand, aus einem straff gespannten Drahtseil herzustellen. Auch diese Bahn blieb somit, da sie weder Nachahmer noch Verbesserer fand, eine Einzellösung ohne allgemeine Anwendbarkeit. Erst einer viel späteren Zeit war es vorbehalten, diese Art der sattelförmig angeordneten Eisenbahn zu weiterer Ausbildung, wenn auch heute noch nicht zu allgemeiner Anwendung, zu bringen, die Lösung der technischen Aufgabe, die

Digitized by Google

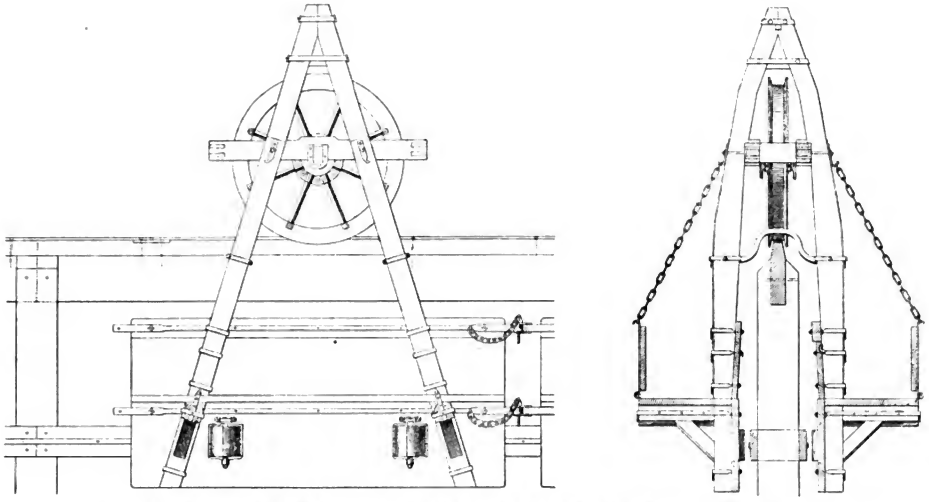


Fig. 14. Pferdebetriebene Hängebahn beim Festungsbau in Posen nach Angaben von Hauptmann v. Prittwitz, 1834.

Digitized by Google

zur Drahtseilbahn in allgemein-anwendbarer Form zu führen berufen war, sollte noch über ein weiteres Menschenalter auf sich warten lassen.

Ab und zu findet man, namentlich in Gebirgsgegenden, erste Versuche zur Konstruktion von Seilschwebetransporten; doch können diese kaum als Bahnen angesehen werden, da sie vielfach noch nicht einmal die Vollkommenheit erreichen, wie sie z. B. die von Lorini oder Faustus Verantius erwähnten Anlagen besitzen. Wir finden ab und zu in den südlichen Alpen derartige Versuche, so u. a. in Kanton Tessin. So soll z. B. in Riva San Vitale im Jahre 1849 ein Hanfseil von 40 mm Stärke und 1050 m Länge zum Abtransport von Holzlasten mittelst flaschenzugähnlicher Einrichtungen, die an dem Seile liefen und unter Benutzung des Gewichtes der abwärtslaufenden Last arbeiteten, benutzt worden sein. Auf diesem Seile sollen etwa 7000 Doppelzentner Brennholz, die aus dem oberhalb liegenden Walde von Ghinella stammten, transportiert worden sein.*) Ebenso soll in den Sopraceneri (Arbedo etc.) zu jener Zeit die Verwendung von Hanfseilen zum Transport von Waren, Brennholz und Heu zur Anwendung gekommen sein. (Im Volksmunde wurden diese Einrichtungen allgemein „Bordioni" genannt.) Diese vorstehende Angabe über die Länge scheint jedoch einigermaßen zweifelhaft, da ein freihängendes Hanfseil von über 1000 m Länge schon durch sein Eigengewicht eine solch riesige Spannung im Verhältnis zu seiner Bruchfertigkeit erhalten würde, daß es zum Transport von Lasten wohl kaum noch zu verwenden gewesen wäre. Sollte es unter nur geringer Spannung ausgehängt worden sein, so wird jedenfalls der große Durchhang seine Verwendung als Bahn zum Lastentransport ausgeschlossen haben.

Die Erfindung der Drahtseile und deren allgemeine Einführung in die Fördertechnik, zunächst des Bergbaues, hatte eine wesentliche Vervollkommnung der Drahtherstellung schon nach ganz kurzer Zeit zur Folge, die ihrerseits wieder zu einer großen Verbilligung namentlich der Eisen- und Stahldrähte führte. Hierzu kam noch die Einführung des Telegrafen, der mit seinem riesengroßen Bedarf an Eisendrähten befruchtend auf die Drahtindustrie einwirkte, sodaß sehr bald Drähte, namentlich stärkerer Abmessung, von mehreren Millimeter Durchmesser, auch da bekannt und gebraucht wurden, wo man früher überhaupt an die Verwendung von Draht nicht dachte. In vielen Fällen wurden die gegenüber den Drahtseilen erheblich billigeren Drähte an Stelle

*) Nach einer Mitteilung des Kantons-Oberförsters H. Frankenhauser im 30 Annuario d. Società degli Ingegneri ed Architetti nel Cantone Ticino Lucarno 1902.

Digitized by Google

ersterer angewandt, so daß z. B. die nachweislich ersten Luftbahnen mit eiserner Fahrbahn eigentliche Drahtbahnen waren.

Die ersten wirklichen Drahtseiltransporte des 19. Jahrhunderts dürften in Belgien etwa im Jahre 1853 gebaut worden sein. Von Dücker berichtet,*) daß er im Jahre 1853 auf der Steinkohlengrube Espérence bei Seraing in Belgien einen Kohlentransport gefunden habe, bei dem von einem höher liegenden Schachte abwärts nach der Talsohle die Kohle in an einem Drahtseil hängenden Körben gefördert wurde. Eine Zeichnung dieser Anlage ließ sich leider nicht beschaffen. Da jedoch in dem erwähnten Berichte nur von *einem* Drahtseil die Rede ist, muß hin- und hergehender Betrieb bestanden haben, sodaß zu vermuten ist, daß die leeren Körbe immer in größeren Partien, vielleicht mit einer Schleppleine wieder zurückgezogen worden sind. Über die Dauer des Betriebes, etwaige Betriebsausführungen usw., waren Angaben nicht zu erlangen.

In der Schweiz, namentlich im Berner Oberland und im Kanton Graubünden, wurde wohl schon zu Mitten des 19. Jahrhunderts von armen Wildheuern über unzugängliche Fluhwände und tiefe Abgründe hinweg an einem aufgespannten Seile das Futter, dessen ihre Schafe oder Ziegen den Winter über bedürfen, ins Tal zur ärmlichen Hütte geschafft, manchmal sogar die halsbrecherische Fahrt mit der schnellgleitenden Rolle über die Tiefe persönlich unternommen.

Im Jahre 1857 kaufte ein Bauer, Johann Baptist Pradi in Lewico, einer Gemeinde im Trientiner Kreise, einen auf einer steilen Felswand, 840 m über dem Meere gelegenen Buchenwald, zu dessen Ausbringung, die durch Handschlitten zu teuer geworden wäre, er sich eine der ersten Drahtriesen ausdachte.**) Fast zu gleicher Zeit baute sich aber auch ein Kalkbrenner, der in Etschthal zu der neuen Eisenbahn von Bozen nach Verona Kalk brannte, eine ganz ähnliche Drahtriese, die er über eine schroffe Felswand von der Höhe des Berges bis zu seinem am Fuße desselben gelegenen Ofen gespannt hatte, um diesem den Holzbedarf aus dem Walde direkt zuzuführen. Die Konstruktion dieser beiden Drahtriesen war selbstverständlich sehr primitiv; sie bestand einfach darin, daß auf dem Berge in einiger Entfernung vom Rande des Abhanges ein Draht entweder an einem Baumstamme oder an einem eingerammten Klotz befestigt, dann über einen Bock gezogen und in ähnlicher Weise, da, wo die Abgabe der abzuriesenden Hölzer stattfinden sollte, wieder befestigt wurde. Zum Abriesen der Hölzer dienten hölzerne Haken, an deren einem Ende die Lasten angebunden waren.

*) Notizblatt des Deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln, Tonwaren etc. No. 1. 1871.

**) Fankhausen. Die Drahtseilriesen. Bern. 1873.

Digitized by Google

Nach einem Aufsatz in Uhlands Praktischem Maschinen-Konstrukteur*) vom Jahre 1869 erhebt ein Forstmann Adolf Hohenstein den Anspruch darauf, als der Erfinder der Seilriesen zu gelten, denen er den merkwürdigen Namen „Waldtelegrafen" beigelegt hatte. In der Einleitung zu diesem Aufsatze erkennt er wohl an, daß die erste Idee zu diesen Waldtelegrafen 1857 von einem gewissen Pradi ausgegangen sei.

Es ist dies derselbe Pradi, den Fankhauser in seinen „Drahtseilriesen" nennt. Hohenstein baute im Jahre 1859 in der Gemeinde Fai, Bezirk Mezzo Lombardo, von dem Berge Taucior in das Tal

Fig. 15. Drahtseilriesen, erbaut von Hohenstein 1859 in Fai, Bez. Mezzo Lombardo.

hinunter eine Drahtseilriese, von der er selbst bemerkt, daß er damals von Drahtseilen noch nichts wußte und sich deshalb mit Eisendraht begnügen mußte. Dieser Waldtelegraf (Fig. 15) soll 1230 Wienerklafter Länge und einen Eisendraht von ¼ Zoll Dicke als Laufbahn besessen haben und auf ihm sollen von 3 Arbeitern in 66 Tagen 40 000 Faschinen von 3 Fuß Länge und 5 Zoll Dicke abgeriest worden sein, deren Transport sich auf 287 Gulden gestellt hätte. Den Transport auf dem Landwege berechnet Hohenstein mit etwa 560 Gulden.

In der Fortsetzung seines Aufsatzes über diesen Waldtelegrafen gibt Hohenstein an, er hätte schon im Jahre 1855 die ersten der-

*) Der praktische Maschinenkonstrukteur. W. H. Uhland. 1869, S. 169 u. f.

Digitized by Google

selben in Tirol aufgestellt. Es scheint dies jedoch lediglich ein Druckfehler zu sein, 1859 dürfte wohl die richtige Zahl darstellen.

Etwas unklar ist noch die Mitteilung in demselben Aufsatze, daß im Jahre 1858 im Tale Grigno auf einem Waldtelegrafen von 900 Klafter Länge 270 Österreichische-Klafter Buchenscheite abgeriest worden seien, wozu in 13 Tagen täglich 6 Arbeiter verwendet wurden. Wer der Erbauer dieser Seilriese in Grigno war, läßt sich hiernach nicht mehr feststellen. Jedenfalls war es weder Pradi noch Hohenstein.

Die Unvollkommenheiten, welche jene ersten Anlagen naturgemäß besitzen mußten, waren einerseits die Unmöglichkeit einer genügenden Spannung des Drahtes und das öftere Zerreißen desselben, andererseits aber der Umstand, daß bei dieser Art der Bewegung der Last auf der Fahrbahn die geringste Unebenheit oder ein Windstoß die zu transportierenden Hölzer in die Schluchten schleuderte. Ferner kam noch hinzu, daß die zum Abrießen benutzten Haken nicht wieder an den Ausgangspunkt zurückkamen, sodaß immer neue Haken verwendet werden mußten. Die erste Vervollkommnung, die schon kurz nach der Anwendung dieser ersten Seilriesen an ihnen angebracht wurde, bestand zunächst darin, daß statt des einen Drahtes, der die Laufbahn bildete, ein aus mehreren Drähten zusammengeflochtenes Drahtseil verwendet wurde, das mit einem Ende an einer Welle befestigt und durch Drehen und Feststellen derselben mit Hebeln gespannt wurde. Es bot dieses Seil einerseits den Vorteil größerer Dauerhaftigkeit, andererseits ließen sich aber auch dann sofort große Einzellasten auf ihm transportieren.

Hatte der zuerst erwähnte belgische Seilaufzug bei Seraing eine Wiederholung an anderer Stelle auf Grund der mit ihm gemachten Erfahrungen anscheinend nicht gefunden, so ergaben sich aus den Schweizer und Tiroler Drahtriesen aber sehr bald Konstruktionen, die zu einer Ausbildung nach der Richtung hin, in der sich die späteren Drahtseilbahnen entwickelten, aber unabhängig, von diesen, führten. Es entstand schon bald nach der soeben beschriebenen Drahtbahn eine weitere desselben Systems in der Nähe von Luzern.

Zur Ausbeutung des bis dahin wegen der Unmöglichkeit des Holztransportes nutzlos gebliebenen Bürgenbergwaldes der Stadt Luzern hatte die Forstverwaltung im Jahre 1861 nach einem erstmaligen nicht erfolgreichen Versuche mit einem 6 mm dicken Drahte später ein Drahtseil von 12 mm Durchmesser, bestehend aus 28 Drähten von je 1,5 mm Diameter auf 750 m Länge und einem Gewichte von 285 kg, anfertigen, dasselbe auf großen Umwegen und mit anstrengendem Transport auf die obere, 494 m senkrecht über der untenliegenden Station bringen und auf eine Welle von

Digitized by Google

24 cm Durchmesser, die ihre Anhaltspunkte am Fuße zweier Bäume hatte, anbringen lassen. Das Überbringen des anderen Endes zur unteren Station war, nach der von Forstverwalter Schwytzer in Luzern gemachten Beschreibung, eine lebengefährliche Operation, welche aber durch die Unerschrockenheit und Besonnenheit des Bannwarten glücklich in der Weise gelöst wurde, daß das Seil durch einen Föhrenstamm hindurchgezogen und hinter demselben wieder auf eine dort festgemachte Welle aufgerollt wurde. Es dürfte auch diese Seilriese auf die Anregung von Hohenstein zurückzuführen sein.

Zum Anhängen der zu riesenden Hölzer wurden hölzerne Haken und eiserne Rillenräder, deren Rille dem Durchmesser des Drahtseiles entsprach, angewendet. Mit letzteren erzielte man wohl eine weit größere Schnelligkeit, als mit den Haken, indes bewog die Rücksicht auf Sparsamkeit die Anwendung letzterer, weil eine Rolle allein Frs. 2.50 kostete. Die mittlere Geschwindigkeit auf der 700 m langen Bahn betrug für Faschinen von 10—12 kg Gewicht bei Anwendung von Holzhaken in einer Sekunde 20,5 m, bei Anwendung der Rolle in einer Sekunde 24,7 m.

Mittelst dieser Vorrichtung wurden täglich 300—400 Bündel Holz vom Berge an den See hinuntergeliefert, auf eine Entfernung, für welche ein geübter Fußgänger wenigstens 1½ Stunde braucht. Zur Erleichterung des Verkehrs zwischen den Arbeitern der beiden Stationen, sei es zur Rücksendung der Haken, sei es zur Befriedigung anderer Bedürfnisse, wurde ein Sack oder Korb an einer über eine Welle gezogenen Leine, welche mit Zwischenhaken dem Drahtseil möglichst nahe gehalten wurde, in 30—35 Minuten hin- und herbefördert.

Aus dieser Beschreibung ergibt sich, daß diese bei Luzern gelegene Seilriesenanlage somit schon einen weiteren Schritt zu einer Ausbildung als Bahnanlage getan hatte, insofern, als hier schon die zum Rückbefördern der Laufwerke dienenden Leinen Anwendung gefunden haben.

Das Jahr 1861 ist für die Entwicklung des Drahtseilbahnbaues überhaupt ein sehr bedeutungsvolles geworden, denn in dieses Jahr fallen die ersten Versuche des damaligen Königlichen preußischen Bergassessors von Dücker. Über die Entstehung seiner ersten Seileisenbahnen, die sich von dem Seilriesen kaum unterscheiden, gibt der Genannte selbst in einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1871 folgendes an:*) (Diese und einige folgende Ausführungen mögen hier wörtlich Platz finden, da sie so am besten die Gedanken und Absichten des Konstrukteurs wiedergeben.)

„ . . . im Jahre 1861, war der Unterzeichnete durch den An-

*) Notizblatt des deutschen Vereins für Ziegelfabrikation. 1871.

Digitized by Google

blick der großen Umstände, welche der Transport von Kohlen und Erzen über die Weser in der Porta Westphalica machte, dahin geführt worden, eine Seilbahn zu ersinnen, welche an beliebig vielen Punkten unterstützt, mithin beliebig weit geführt werden konnte.

Im Park zu Bad Öynhausen spannte ich 500 Fuß weit einen Eisendraht von ½ Zoll Durchmesser auf und unterstützte denselben alle 200 Fuß. Ein eiserner Wagen von kaum 25 Pfund Gewicht bewegte sich mit ungemeiner Leichtigkeit daran, und zahlreiche Personen trauten sich dem schwebenden Fuhrwerke an.

Die Direktion des Eisenwerkes an obiger Stelle forderte das Gutachten des Eisenbahn-Ingenieurs Polko ein, und derselbe sprach sich dahin aus, daß solche Drahtseilbahn ein sehr geeignetes Mittel zur Verbindung des Bahnhofes über die Weser mit dem Werke sei. Concession wurde bei der Regierung in Minden nachgesucht, allein Proteste der Flußfähre-Interessenten traten hinderlich entgegen.

Im selbigen Jahre spannte ich bei Bochum ein 1-zölliges Drahtseil 400 Fuß weit auf und unterstützte dasselbe in der Mitte. Ein Wagen mit 10 Centner Last fuhr an dem Seile entlang, allein bei sehr mangelhafter Endbefestigung sah der erste Versuch etwas hinfällig aus, und da ich verhindert wurde, denselben fortzusetzen, so wendeten sich die Bergwerksinteressenten von der Sache ab und fuhren fort, Überbrückungen und Bahnen zu bauen, die Hunderttausende kosteten und jahrelangen Bau beanspruchten, wo Seilbahnen für wenige Tausende in wenigen Tagen hergestellt werden konnten.

Alle Bemühungen, Interessenten zur Ausführung von Seileisenbahnen auf ihre Gefahr zu finden, waren vergebens.

Ich bot das System in verschiedenen Ländern an, unter Anderem auch in England 1862 der Direktion des Sydenhampalastes."

Diese Veröffentlichung ist etwas sehr oberflächlich gehalten, weshalb auf die dort beschriebenen Konstruktionen etwas näher eingegangen werden mag. Zunächst ist zu bemerken, daß von Dücker in der Einleitung zu dem erwähnten Aufsatze in dem Notizblatt des Deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln usw. selbst angibt, daß er im Jahre 1853 die vorerwähnte Bahn bei Searaing in Belgien gesehen habe. Aus der Einleitung zu dem erwähnten Aufsatz geht aber ferner hervor, daß ihm die von den Indiern und Japanesen gebauten Taubahnen auch nicht unbekannt waren, sodaß bestimmt anzunehmen ist, daß die Kenntnisse dieser primitiven Anlagen in ihm den Gedanken zur weiteren Ausbildung derselben erzeugt haben mögen.

Die Versuchsbahn bei Bochum kann als Drahtseilbahn wohl kaum angesprochen werden. Das einzige, was sie mit dem Drahtseil überhaupt in Berührung bringt, ist die Verwendung eines Seiles

Digitized by Google

als Laufbahn, doch scheint es, als seien auf dieser, über die beglaubigte Skizzen nicht vorhanden sind, die Wagen von Hand bewegt worden. Ebenso handelte es sich bei ihr nur um ein einziges Geleise, das natürlich nur für hin- und hergehenden Betrieb verwendet werden konnte, sodaß hier von einer Hängebahn mit Handbetrieb gesprochen werden muß.

Die hauptsächlichste Neuerung, die von Dücker hier gegenüber den früher bekannt gewordenen Einrichtungen einführte, bestand vornehmlich in der Unterstützung der Fahrbahn zwischen den Endpunkten. Während man seither noch nicht dazu gekommen war, die zwischen zwei Punkten schwebend ausgespannten Fahrbahnen anders, als wie an ihren Endpunkten zu unterstützen, fand von Dücker ein Mittel, durch Konstruktion seiner Hängewagen, deren Lastaufnahmebügel einseitig von den Laufrollen und somit von der Fahrbahn angeordnet war, letztere selbst nach der dem Bügel abgewandten Seite zu unterstützen, und dies blieb auch die einzige Art der Verbesserung, die er zunächst, wenigstens bis zu Beginn der 70er Jahre zur Ausführung brachte. Die Anordnung des Betriebes, das Fortbewegen der Wagen, die Ausspannung der Fahrbahn selbst blieben zunächst noch auf einem äußerst primitiven Standpunkt stehen. Die Versuchsbahn in Öynhausen, die aus einem Rundeisen von 13 mm Stärke bestand, besaß nur einen Wagen, der vom Boden aus mit der Hand bewegt wurde. Die Fahrbahn war an beiden Seiten fest verankert, sodaß von einem selbsttätigen Längenausgleich bei wechselnder Temperatur oder wechselnder Belastung natürlich keine Rede sein konnte. Die Art der Fortbewegung der einzelnen Lasten gibt von Dücker folgendermaßen an:

„Falls eine derartige Bahn sehr große Länge hat, so kann man füglich rasche Zugtiere anspannen, auch würden Menschen durch Draisine-Vorrichtung überraschende Resultate liefern können. Selbst leichte Lokomotiven kann man anhängen, deren Drehung durch Riemen und Scheiben den Rädern der Wagen auf dem Seil mitgeteilt würde."

Letztere Äußerung von Dückers ist hier durchaus unklar, aus einer früheren Veröffentlichung ist zu entnehmen, daß er glaubte, leichte Lokomotiven an die Fahrbahn anhängen zu können, was nach dem damaligen Stande der Motorentechnik doch überhaupt als ausgeschlossen gelten mußte. Oder wollte er Lokomotiven auf dem Boden fahren lassen und die Seilbahnzüge damit bewegen? Jedenfalls geht deutlich aus diesen Äußerungen hervor, daß sich von Dücker mit der Bewegung von Lasten zunächst nicht glaubte vom Boden trennen zu können. Er versuchte lediglich ein von den Unebenheiten des Bodens unabhängiges *Geleise* zu schaffen, nicht aber ein hiervon überhaupt ganz unabhängiges Transportmittel.

Der Vorschlag, den von Dücker im Jahre 1862 der Regierung

Digitized by Google

machte, bestand aber in der Anordnung eines einzelnen Seiles mit Gefälle, das über die Weser hinausgespannt werden sollte, und dessen entleerte Wagen wieder mit einer Schleppleine zurückzuholen waren.

Die v. Dücker'sche Idee ruhte nun bis zu Ende der 60er Jahre. Trotz des glücklichen Anfanges, den ihr Schöpfer mit ihr gemacht hatte, blieb er unfrei in bezug auf die konstruktiven Einzelzeiten bei der Weiterbildung seines Systems, und es war deshalb nur natürlich, daß ihm Erfolge mit demselben versagt blieben.

Aber die Idee selbst ruhte nicht. — Allerorten wurden Versuche zur Einführung von Luftschwebebahnen gemacht, vielfach mit großem Glück. Eine interessante Mitteilung über Versuche mit einer Drahtseilbahn-ähnlichen Einrichtung im Jahre 1867 macht Fankhauser in seiner Broschüre „Die Drahtseilbahnriese":

„Unmittelbar in der Nähe von Liestal erhebt sich eine steile Berghalde, welche, soweit das Erdreich nutzbar gemacht werden konnte, Reben trägt und oben mit Gemeindewald bestockt ist, dessen Exploitation in Folge seiner Lage ganz bedeutende Transportkosten verursachte.

Dieser Umstand veranlaßte im Jahre 1867 den dortigen Forstverwalter Strübin, den Holztransport an Draht zu versuchen und wurde der Anfang mit einem 210 m langen Draht Nr. 21 unter einem Neigungswinkel von 45° gemacht Das Resultat dieses ersten Versuches entsprach den erwarteten Erfolgen nicht, denn die 10—15 kg schweren Wedelen, welche man riesen wollte, fielen, noch ehe sie 30 m zurückgelegt hatten, immer vom Drahte herab, weil der Bund durchgeschnitten war, andere, an starke hölzerne Haken befestigte, blieben am Drahte hängen, weil sich der Draht zu sehr ins Holz einschnitt, und leichtere Gebunde von nur 5 kg Gewicht mußten desgleichen abgelößt werden, weil sie nicht gleiten wollten. Daraufhin wurden eiserne Haken in Form eines S angewendet; diese waren allerdings besser; aber auch sie schnitten sich so stark ein, daß sie höchstens zwei Mal gebraucht werden konnten.

Es war somit keine Aussicht vorhanden, den Draht mit Vorteil zu verwenden, doch wurde noch ein letzter Versuch mit eisernen Röllchen von 3 cm Durchmesser und 2 cm Dicke gemacht, welche vollkommen entsprachen; allein nach einigem Gebrauch hielt der Draht nicht mehr und brach immer neben den Lötstellen, oft im Tag 2—3 Mal ab. Der Draht wurde deshalb beseitigt, und es kam an dessen Stelle ein Drahtseil, achtfach gewunden, von 1 cm Durchmesser, 300 m Länge, 45 kg Gewicht und einer Tragkraft von 400 kg für 46 Frs.; mit diesen und den Röllchen wurde mit Erfolg gearbeitet. Von Flicken und Löthen des Drahtseiles war keine Rede mehr, die Röllchen wurden täglich tüchtig eingeölt und waren die Reparaturen ganz unbedeutend. Da 50 Röllchen vorhanden waren,

Digitized by Google

so wurde jeweilen der letzten Last eine Schnur angebunden, die sich von einem Holzhaspel abwickelte und an dieser wurden dann

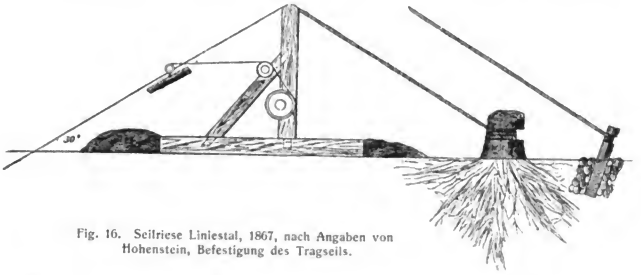


Fig. 16. Seilriese Liniestal, 1867, nach Angaben von Hohenstein, Befestigung des Tragseils.

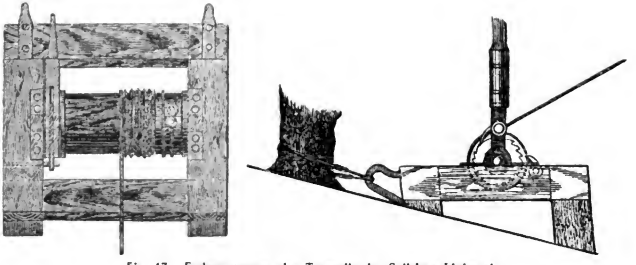


Fig. 17. Endanspannung des Tragseils der Seilriese Liniestal.

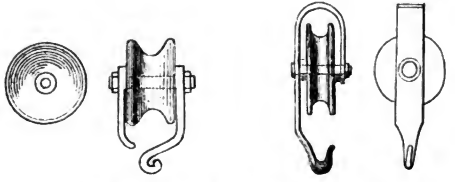


Fig. 18. Tragrollen der Seilriese Liniestal.

die Röllchen innert 2 Minuten wieder heraufgezogen. Sobald das Holz um das Drahtseil herum auf 50 Schritt Distanz weggeräumt

Digitized by Google

war, wurde dasselbe anderwärts wieder neu aufgespannt, was in 10—15 Minuten geschah."

Es war also hier im Gegensatz zu der früher schon bekannt gewordenen v. Dücker'schen Bauart wiedere in Seil mit einer einzelnen Spannweite von 300 m Länge gemacht worden. Diese letztere Anlage beschreibt übrigens Hohenstein, der hier als ihr Konstrukteur nachgewiesen ist, ausführlich im Uhland, 1869, dem die beigefügten Skizzen (Fig. 16—18) entnommen sind. Der kleine Schritt weiter gegenüber den früher bekannt gewordenen Schweizer Riesen bestand darin, daß Eichen-Nutzholzstämme von 150—170 kg Gewicht an *zwei* Rollen befördert wurden, was dazu ermunterte, auch Scheitholz in größeren Massen hinabzulassen. Der Bericht hierüber sagt aber, dieses Spiel sei zu gefährlich gewesen und nach der ersten Probe unterblieben. Es fehlte eben hier an einer Regulierung der Geschwindigkeit bzw. an einer Leitung der Last durch ein ständig mit ihr verbundenes Zugseil. Diese Regelung sollte, unabhängig von v. Dücker und unabhängig von den Schweizer Versuchen, sehr bald gefunden werden.

Wesentlich war übrigens, daß uns zum ersten Male in konstruktiver Form hier die Anspannung des Tragseiles mit Hilfe einer Reguliereinrichtung entgegentritt, wenn auch von einem selbsttätigen Spannungsausgleich noch nicht die Rede sein kann.

Schon bezüglich dieser ersten Versuche zur Herstellung von Drahtriesen haben sich nun merkwürdigerweise in die Literatur sehr frühzeitig Fehler eingeschlichen, die sich bis auf den heutigen Tag durch gegenseitige Übernahme der einzelnen Schriftsteller von einander erhalten haben und zu einem großen Teile das Bild, das man sich von der wirklichen Erfindung der Drahtseilbahn zu machen hat, vollständig verwischt haben.

Nicht allein an dieser, sondern in noch höherem Maße an anderen Stellen und bei späteren Gelegenheiten läßt sich eine fehlerhafte Auffassung darüber, wem die Autorschaft der einzelnen Entwicklungsphasen zuzuschreiben ist, verfolgen.

Es hatte dies eben häufig seinen Grund in der nur sehr geringen und ungenauen Literatur, die oft den einen Ingenieur über die Absichten und Ausführungen des anderen im unklaren ließ.

So gibt z. B. Ladislav Vojacek im Handbuch der Speziellen Eisenbahntechnik von Heusinger von Waldegg, Leipzig 1878 an, daß die Urheber dieses zum Holztransport dienenden Drahtriesensystems in seiner damaligen Entwicklung, also 1878, die Förster „Frankenhausen" und „Strübin" seien. Es steht jedoch einwandfrei fest, daß die ersten Konstrukteure von Seilriesen Pradi und Hohenstein sind, während „Fankhauser" lediglich diese Versuche in seinem Buche „Der Drahtriese", Bern, Verlag von Jent und Reinert, beschreibt, und während Strübin, der damalige Gemeindeförster

Digitized by Google

von Liestal der Auftraggeber für die Hohenstein'sche Drahtbahn war. Das von der Gemeinde Liestal hierüber ausgestellte Zeugnis lautete wörtlich:

„Auf Verlangen des Herrn A. Hohenstein, Forstmanns aus Bayern, bezeugen die Unterzeichneten, daß der von ihm in seinem Werke betitelt „der Wald" empfohlene Waldtelegraph hier in Liestal durch die Forstverwaltung in Anwendung gebracht worden ist, und daß derselbe in etwas geänderter Weise uns erhebliche Dienste, Kosten- und Zeitersparnisse gewährt hat."

Liestal, den 20. Oktober 1867.

Namens des Gemeinderathes:

der Präsident: *C. Holinger,* *J. Strübin,* Förster."

Es wäre zu verwundern gewesen, wenn das damals in den ersten Anläufen großer gewerblicher Entwicklung stehende Nordamerika, das mit seinen hohen Gebirgen und breiten Wasserläufen für die Anwendung von Seilbahnen so viel Vorbedingungen bietet, sich dieses Transportmittels nicht schon in seinen ersten Anfängen bedient hätte, und so finden wir denn auch schon im Jahre 1868 dort eine Seilbahn, die als ein weiterer Schritt zur Vervollkommnung des Systems selbst bezeichnet werden muß.

Die „Deutsche Bauzeitung des Jahres 1871" berichtet nach dem „Engineering" folgendes:

„Drahtseil-Bahn in Amerika. Seit dem 1. September 1868 ist im Gebiete Colorado, in Clear Creek County, eine von Mr. G. W. Cypher zu Cambertsville für die Brown Silver Mining Company erbaute Drahtseilbahn mit gutem Erfolg in Betrieb. Dieselbe besteht aus 2 Hauptseilen von $1^1/_8$ Zoll (28 mm) Durchmesser, welche am oberen Ende in 7 Fuß (2,13 m) Abstand von einander im Fels verankert, dann über einen 15 Fuß (4,57 m) hohen Turm hinweg in stark geneigter Lage in das Tal hinab geführt sind, wobei sie in je 250-370 Fuß (76-112 m) Abstand an solchen Stellen, die verhältnismäßig sicher vor Lavinen sind, auf Stützen ruhen. Diese Stützen tragen gußeiserne Sättel, auf welchen die Drahtseile in solcher Weise aufliegen, daß die Rollen oder Räder der kleinen Förderwagen, welche auf den Seilen laufen, beim Passiren nicht behindert werden. Am unteren Ende der Bahn sind beide Hauptseile mit Keilen befestigt an starken Bolzen von 3 Fuß (0,91 m) Länge, welche mit 2 Fuß (0,61 m) langen Keillöchern versehen sind, damit man durch Nachtreiben der Keile die Spannung der Drahtseile gehörig regulieren kann. Die Seile sind dort an einem eisernen Querträger, der auf einem 30 Fuß (9,14 m) hohen Turm ruht, verankert und dieser Turm ist durch 2 Spannseile, welche nach einem großen mit Steinen gefüllten Holzgerüst abwärts führen, vor Umsturz gesichert. Die

Digitized by Google

Förderwagen hängen an Rollen, welche auf den Drahtseilen laufen, und zwar hängt jeder Wagen an nur je einem Seil, so daß die Bahn als eine zweigeleisige zu betrachten ist. Die Wagenkasten sind ganz aus Eisenblech hergestellt und hängen an je 2 Rollen von 13 Zoll (0,33 m) Durchmesser, deren Abstand von Mitte zu Mitte 9 Fuß (2,74 m) beträgt. Die Hängeeisen, woran die Wagenkasten hängen, sind von ungleicher Länge, so daß der Boden des Wagenkastens bei der Bewegung auf der geneigten Bahn stets annähernd horizontal bleibt. Zur Versteifung der Konstruktion sind zwischen den Hängeisen Kreuze aus schmiedeeisernen Gasröhren angebracht. Auf jedem Hauptseil läuft ein Wagen, und zwar sind beide Wagen durch ein $^5/_8$ Zoll (16 mm) dickes Zugseil, welches über eine Seilrolle von 7 Fuß (2,13 m) Durchmesser am obern Ende der Bahn geführt ist, mit einander verbunden, so daß der hinabgehende beladene Wagen stets durch sein Uebergewicht den hinaufgehenden leeren Wagen hinaufzieht. Jene Seilrolle liegt horizontal in dem oberen Turm, das Zugseil ist vor derselben gekreuzt, natürlich mit Hülfe einiger Leitrollen. Die Seilrolle steht mit einer Handbremse in Verbindung, um die Geschwindigkeit der Bewegung zu mäßigen. Jeder Wagen faßt 15 bis 20 Ztr. Erze. Wenn der beladene Wagen den Fuß der geneigten Ebene erreicht hat, so läßt man durch Oeffnen des beweglichen Wagenbodens die Erze herausstürzen. Um die Wagen vor Schwankungen zu sichern, sind beide Wagen auch noch durch ein sogenanntes Schwanzseil von $^3/_8$ Zoll (9 mm) Durchmeser mit einander verbunden. Dieses Schwanzseil ist an den unteren Enden der beiden Wagenkasten befestigt und über eine Seilrolle geführt, welche mit ihren Lagern in einem Gleitrahmen im unteren Turm, sodaß sich dieselbe etwas auf- oder abwärts verschieben kann, aufgehängt ist. Zur Unterstützung des Zugseiles und des Schwanzseiles sind bei jedem Stützpfeiler längs der Bahn Rollen angebracht."

Wir finden hier zum ersten Male die Beschreibung einer vollständigen Drahtseilbahn und gleichzeitig aber auch zum ersten Male den charakteristischen Namen derselben „Drahtseilbahn". Was bei dieser amerikanischen Bahnanlage auffällt, ist die Tatsache, daß bei ihr nachweislich zum ersten Male ein Doppelgeleise angewandt worden ist. Herr v. Dücker hat zweifellos den Gedanken der Verwendung von Doppelgeleisen schon früher gehabt, aber sein langes Schweigen (vom Jahre 61 bis zum Jahre 69 ist kaum eine Zeile über seine Konstruktion veröffentlicht worden) hat diesen Gedanken nicht in die weitere Oeffentlichkeit kommen lassen, sodaß anzunehmen ist, daß Cypher aus eigenen Ideen heraus zur Konstruktion dieser Anordnung gekommen ist. Nicht übersehen darf aber werden, daß es sich doch wieder nur um einen hin- und hergehenden Seilaufzug handelt, mit dem ein kontinuierlicher Be-

Digitized by Google

trieb nicht durchzuführen war, und daß die Ausbildung des Zugseiles zusammen mit dem hier so genannten Schwanzseil nur denselben Zweck verfolgte, wie die Anbringung des Unterseiles bei der Schachtförderung, nämlich den, Belastungen und Schwankungen auszugleichen, daß ferner die Wagen an Hängeeisen von ungleicher Länge, um sie horizontal zu stellen, aufgehängt sind, und daß namentlich für den Längenausgleich des Tragseiles die Einrichtung mit den nachtreibbaren Keilen doch noch äußerst primitiver und unkonstruktiver Art war. Bemerkenswerterweise findet sich aber hier einmal ein Hinweis auf die einseitigen Auflagerschuhe für das Tragseil, zum andern ein solcher auf die Tragrollen für das Zugseil bzw. Schwanzseil. Ob der amerikanische Konstrukteur bezüglich dieser Teile die v. Dücker'schen Ideen gekannt hat, oder seine Ausführungen aus eigenen Ideen schöpfte, ist nicht festzustellen.

Der größte Teil der aus dem Altertum und Mittelalter bekannt gewordenen Seilbahn-ähnlichen Einrichtungen bestand aus Zweiseilbahnen, mit Ausnahme der zu einem ziemlich hohen Grade der Vollkommenheit gebrachten Danziger Bahn. Die Drahtriesen selbst mit ihren festen Fahrgeleisen sind, soweit es sich um das mögliche Rückbefördern der auf ihnen verwendeten Laufwerke handelt, ja auch als Zweiseilbahnen zu betrachten, und ebenso bewegen sich die Vorschläge von Prittwitz, v. Dücker und Cypher auf diesem Gebiete.

Überraschenderweise tritt uns aber nun im Juli des Jahres 1868 eine Seilbahnbauart entgegen, die anscheinend die Ausbildung der Drahtseilbahn in andere Bahnen lenken sollte, die Hodgson'sche Drahtseilbahn. Sie baute auf dem Danziger Einseilsystem auf, nahm offenbar dieses zum Muster und trat sofort nach dem ersten Versuch im Jahre 1868 als sehr weit durchgearbeitete und zu einem System zusammengeschlossene Erfindung vor die Öffentlichkeit. Die Zeitschrift „Der Berggeist" No. 49, 14. Jahrgang vom 18. Juni 1869 bringt die erste deutsche Veröffentlichung hierüber, die für die Geschichte des Transportwesens von so großem Interesse ist, daß auch sie unverkürzt hier wiedergegeben werden möge:

„Drahtseilbahnen nach Hodgson. Das Drahtseil-Transportsystem bezweckt einem langgehegten Bedürfnis nach Zweiglinien, nach Zuführungsadern zu den großen Verkehrsstraßen abzuhelfen. Seine entsprechendste Anwendung wird es stets finden, wo es sich handelt, ein Verkehrsmittel herzustellen, um die Produkte eines Landes, nach Eisenbahnlinien, Flüssen oder der Seeküste hinzuschaffen, und Zweig-Eisenbahnen, Pferdebahnen usw. teils wegen ihrer Kostspieligkeit, teils wegen örtlicher Hindernisse, sei es durch Flüsse oder Schluchten u. dgl. uns im Stiche lassen. In finanzieller Hinsicht wurde besonders in's Auge gefaßt und auch glücklich erzielt, daß die Drahtseilbahnen an Anlage- und Betriebskosten sich

Digitized by Google

nicht nur billiger stellen wie Zweig-Eisenbahnen oder Pferdebahnen auch der schmalsten Spuren, sondern sogar billiger, wie ein mittelmäßig guter Weg.

Drahtseile waren bereits früher auf kleine Strecken in Anwendung gebracht, und zwar nicht allein in Indien und Australien, sondern auch in einigen europäischen Bergwerks-Districten, wo man durch Überspannung eines Flusses oder einer Schlucht vermittelst eines einfachen Drahtseiles Mineralien hinüberschaffte. Jedoch dabei blieb es; eine weitere Anwendung und Ausdehnung des Seiltransportsystems scheiterte an verschiedenen Schwierigkeiten, unter denen insbesondere zu nennen sind:

1. der Übergang der am Seile hängenden Last über die Unterstützungspunkte;

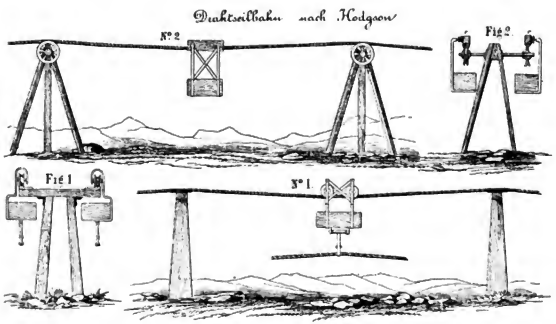


Fig. 19. Drahtseilbahnen nach Hodgson, aus Berggeist, 1869, Nr. 49.

2. die Ausgleichung der stets wechselnden Kraft, was das bald Auf-, bald Abwärtssteigen der Last mit sich bringt und praktisch große Schwierigkeiten für die Triebmaschine darbietet;
3. die Verteilung der Last über die ganze Linie. In dem neuen System von Hodgson werden sämtliche Schwierigkeiten überwunden. Die Last hängt vermittelst eines besonders gebogenen Eisens mit ihrem Schwerpunkte senkrecht unter dem Seile, während das Stück, welches auf dem Seile aufliegt und an welches das gebogene Eisen befestigt ist, wegen seiner Form leicht über die Unterstützungspunkte hinweggeht (siehe Fig. 1 u. 2).

Eine Gleichmäßigkeit in dem Krafterfordernis wird dadurch erzielt, daß nicht mehr ein einzelnes, sondern eine Menge, in gewissen

Digitized by Google

Zwischenräumen sich nachfolgender Gefäße den aufsteigenden gegenüber ein Gleichgewicht in der erforderlichen Triebkraft herstellen, sodaß solche durch ein richtiges Nacheinanderfolgenlassen der Gefäße sogar ganz reguliert werden kann.

Das System umfaßt zwei verschiedene Ausführungsmethoden:

die erste, wo ein Paar durch Böcke unterstützte Leitseile angewandt werden, die als Schienen dienen, und wo die aufeinanderfolgenden Gefäße von einem endlosen Triebseile fortbewegt werden, wie No. 1;

die zweite, wo ein einfaches endloses Seil gleichzeitig als Leit- und Triebseil dient, es bewegt sich dann an den Unterstützungspunkten über Rollen (s. No. 2).

Nachdem im Herbst vorigen Jahres der erste Versuch auf einer $^1/_2$ engl. Meile langen Linie mit Erfolg gemacht,*) wurden die praktischen Details sofort ausgearbeitet und ein Kontrakt eingegangen zur Anlage einer Linie von 3 engl. Meilen Länge in der Nähe von Leicester (England). Solche wurde Anfang dieses Jahres vollendet und dient dazu, die Steine aus den Granitbrüchen der Herren Ellis & Everard in Markfield nach der Midland Railway, Station Bardon Hill, zu schaffen.

Diese Linie besteht aus einem endlosen Drahtseile von $1^5/_8$ Zoll Umfang, unterstützt durch eine Reihe 15zölliger Rollen, welche auf feststehenden Böcken ruhen. Die Böcke sind meist 150 Fuß engl. von einander entfernt, jedoch wo nötig, wird die Spannung eine größere und steigt in einem Falle sogar auf nahe 600 Fuß engl. Das Seil geht an einem Ende um eine sogenannte Fowler'sche Seiltrommel (Fowler's clip drum) herum, welche vermittelst einer Lokomobile getrieben wird und so dem Seile eine Geschwindigkeit von 4—6 engl. Meilen pro Stunde gibt. (Fig. 20.)

Die Gefäße werden am Landungsplatze auf das Seil und an der Eisenbahnstation von dem Seile geleitet, vermittelst Weichschienen. Jedes Gefäß hat nämlich ein Paar schmale Rollen (r), welche auf die Schienen fassen. — Die leeren Gefäße werden auf der anderen Seite wieder auf das Seil aufgeschoben und kehren nach den Steinbrüchen zurück.

Jedes dieser Gefäße (Fig. 22) hält 1 Zentner Steine und beträgt die Beförderung 200 Gefäße oder 10 Tons (200 Zentner) per Stunde auf die 3 engl. Meilen Entfernung. Die Verhältnisse einer solchen Drahtseillinie können selbstverständlich den verschiedenartigsten Anforderungen angepaßt werden, der Transport mag variiren zwischen 10 Tons und 1000 Tons per Tag in Einzellasten von je 1—10 Zentner Schwere. Zur Fortbewegung der Gefäße von 1 bis

*) Erster Versuch 1867 in Richmond. Er bestand in einer ca. 800 m langen Seilbahn mit Pferdebetrieb.

Digitized by Google

5 Zentner Schwere erweist sich der Betrieb mit einfachem Drahtseil als völlig genügend. Für die schwereren Lasten von 5 bis 10 Zentner wäre zweckmäßig die andere Methode mit Leit- und Triebseil anzuwenden. — Beide Linien erfreuen sich in gleicher Weise des Vorteiles, über Landstrecken von der sonderbarsten Beschaffenheit Güter mit Leichtigkeit hinwegzuführen. Die technischen Schwierigkeiten sind nicht größer als diejenigen, welche der Anlage einer oberirdischen Telegraphenlinie entgegenstehen: Brücken, Dämme, sogar alle Mauerarbeiten sind überflüssig. Kurven (Fig. 21) oder Winkel, welche bei Übergängen in Seitenthäler entstehen, bieten kein Hindernis dar, auch können nötigenfalls Zweiglinien in eine Haupt-Drahtseilbahn eingeführt werden.

Der Preis für Aufstellung einer solchen Drahtseilbahn hängt sehr ab von der Größe der Einzellasten sowohl, wie von dem Gesamtquantum, welches man zu fördern wünscht, dagegen weniger von der Beschaffenheit des Bodens, den man zu überschreiten hat.

Wie wir vernehmen, hat die bekannte Firma Felten & Guilleaume in Köln die Initiative ergriffen, um Hodgson's Drahtseil-Transportsystem in die diesseitigen Bergwerksreviere einzuführen. Besagte Firma steht dieserhalb bereits in Unterhandlung mit mehreren größeren inländischen Bergwerks-Gesellschaften und wäre es zu wünschen, daß recht bald ein praktischer Vorgang geschaffen würde, dem ohne Zweifel viele andere Zechen und auch hüttenmännische Etablissements folgen würden."

Mit dieser Veröffentlichung war aber das Zeichen zum Beginne des Prioritätsstreites um die *Erfindung* der Drahtseilbahnen gegeben, eines Prioritätsstreites, der sich fast bis auf die heutige Zeit fortgesetzt hat. Kurz nach dieser Veröffentlichung erschien eine Erwiderung des Herrn v. Dücker in No. 59 des „Berggeist". Diese Erwiderung enthält gleichzeitig einen ganz interessanten Kostenanschlag, sowie auch eine ausführliche Beschreibung der bis dahin von v. Dücker nur sehr oberflächlich skizzierten Seileisenbahnen, gleichzeitig enthält sie aber einige grundlegende Irrtümer, die sich noch durch die ganze Literatur der 70er Jahre über Drahtseilbahnen hindurchziehen und in der Folgezeit viel Verwirrung angerichtet haben. Auch diese Erwiderung möge im Wortlaut hier Aufnahme finden:

„Die Seileisenbahn. (Mit Abbildungen auf Tafel IV, Fig. 9—17.) Aus No. 49 des „Berggeist" zu Köln und aus einigen anderen Zeitungen habe ich kürzlich ersehen, daß es dem englischen Ingenieur Herrn Hodgson gelungen ist, die Brauchbarkeit der Seileisenbahn darzutun, indem er zu Leicester in England eine solche Bahn von 3 engl.Meilen Länge gebaut hat und dieselbe mit Erfolg für den Transport von Steinen anwendet auch angeblich bereits in

Digitized by Google

mehreren anderen Ländern ähnliche Anlagen einleitet. Hierdurch ermutigt, bringe ich mein System einer solchen Bahn in Erinnerung, welche ich im Jahre 1861 erfunden und zu Bad Öynhausen, sowie zu Bochum in Westfalen versuchsweise ausgeführt und seitdem an den verschiedensten Stellen in Deutschland, England, in der Schweiz usw. unter Vorlegung von Zeichnungen und Beschreibungen in Vorschlag gebracht habe.

Meine Seileisenbahn (Fig. 25) stimmt, abgesehen von den nebensächlichen Konstruktionen und Kraftanwendungen, genau überein, mit der von Hogdson eingeführten. Dieselbe besteht im Wesentlichen aus einem straff aufgespannten Drahtseil oder Eisendraht von 2—5 cm Stärke, welches oder welcher in Abständen

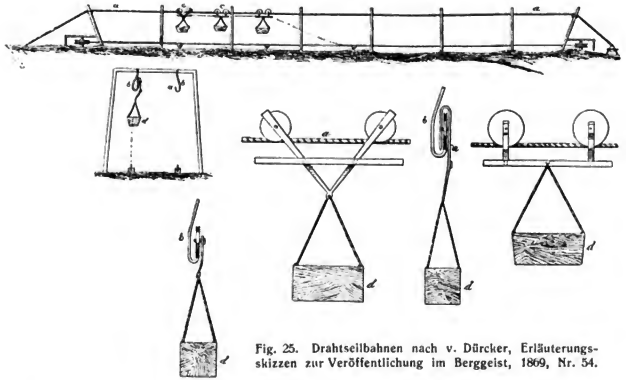


Fig. 25. Drahtseilbahnen nach v. Dürcker, Erläuterungsskizzen zur Veröffentlichung im Berggeist, 1869, Nr. 54.

von 50—100 m derart seitlich unterstützt ist, daß einseitige Rollwagen darüber hinweg resp. an den Unterstützungen entlang fahren können.

Die Skizze Fig. 9 gibt eine Generalansicht einer in flacher Gegend über Gräben und kleine Flüsse hergestellten Seileisenbahn, deren Einrichtung für 2 Geleise aus dem Querschnitt Fig. 10 ersichtlich wird.

Ein Geleise besteht aus einem Eisendraht aa von 3 cm Stärke, welcher in Holzgerüsten auf der cannelirten Spitze eiserner Haken bb getragen wird und welcher an einer Seite durch eine starke Erdwinde mit der Kraft von 20—30 000 kg Gewicht angespannt ist.

Auf dem Drahte laufen äußerst leichte, zierliche Seilwagen (Fig. 9 cc und Fig. 11—14). Die cannelirten Räder derselben laufen

Digitized by Google

auf dem Drahte und sind durch ihre Achse mit einer Eisen-Konstruktion seitlich in der Weise verbunden, daß der Schwerpunkt des Ganzen unten liegt und daß die Fahrt über die Stützpunkte hinweg unbehindert von Statten geht. Die zu bewegenden Lasten dd hängen unter den Seilwagen; deren Gewicht kann 10-20 Zentner betragen, doch ist es möglichst zu verteilen. Es können mehrere Seilwagen zu einem Zuge vereinigt werden, doch ist es erforderlich, dieselben durch zwischengehängte Stangen in gewissen Entfernungen von einander zu halten. Die Bewegung geschieht im vorliegenden Falle (Fig. 9) durch ein Zugseil ohne Ende von etwa 15 mm Stärke, welches auf beiden Seiten um Trommeln gelegt ist, deren eine durch eine Maschine gedreht wird, wenn nicht etwa bei einer Neigung der Bahn die gefüllten Lastwagen die leeren hinauf ziehen können. Es läßt sich auch jede andere bewegende Kraft anwenden; Zugtiere können auf dem Boden gehen und die Seilwagen ziehen; selbst eine sehr leicht konstruierte Lokomotive kann unter einem solchen Wagen hängend mit den Rädern desselben in Verbindung gebracht werden.

Eine Seileisenbahn der vorbeschriebenen Art läßt sich in wenigen Wochen meilenweit herstellen. Die Kosten derselben pro Kilometer werden sich in Norddeutschland ungefähr stellen, wie folgt:

2 Eisendrähte von 0,031 Meter Stärke, 250 Ztr. zu $3^1/_2$ Thlr.	= 875 Thlr.
2 Eisendrahtseile von 0,016 Meter Stärke, 16 Ztr. zu 9 Thlr.	= 144 „
20 Gerüste mit eisernen Haken à 10 Thlr.	= 200 „
1 Erdwinde, 2 Trommeln, 10 Rollen	= 500 „
10 Seilwagen à 10 Thlr.	= 100 „
Aufstellung	= 100 „
zusammen	1919 Thlr.

Der Grunderwerb einer Fläche von 2—$3^1/_2$ m Breite ist natürlich besonders zu berechnen und wo nicht die Neigung der Bahn zur Bewegung ausreicht, da ist die Beschaffung eines Motors mit in Betracht zu ziehen.

Auf einer solchen Bahn läßt sich die Förderung einer großen Steinkohlengrube (10—15 000 Zentner pro Tag) meilenweit mit geringeren Transportkosten, wie auf irgend einer anderen Bahn, befördern.

Außer dieser gewöhnlichen Ausführung, welche für Bergwerke, Steinbrüche, Ziegeleien, Torfstiche, Abfuhren sumpfiger Wiesen usw. sehr häufig nützliche Anwendung finden kann, sind auch noch manche anderweitige Zwecke durch ähnliche Konstruktion zu erreichen. In Verbindung mit einem Kettenbrückensystem und bei Anwendung zweier Eisendrähte, resp. Rundeisen von 4—5 cm

Digitized by Google

Stärke, wie dies die Figuren 15 und 16 zeigen (Fig. 26), lassen sich äußerst billige Trajecte über große Flüsse für große Eisenbahnwagen aufspannen. Die Ersteigung der steilsten Berge und Felswände läßt sich, wie Figur 17 andeutet, durch eine Seilbahn aus einem, oder zwei sehr soliden Drahtseilen und unter Anwendung eines geeigneten Motors bei f zu gleicher Leichtigkeit und Regelmäßigkeit bringen, wie solche in den Steinkohlenschächten von 500—800 m Tiefe stattfindet, aus welchen jetzt täglich Tausende von Menschen heraufgewunden werden.

In einem zierlichen Glascoupé g können 6—8 Menschen binnen

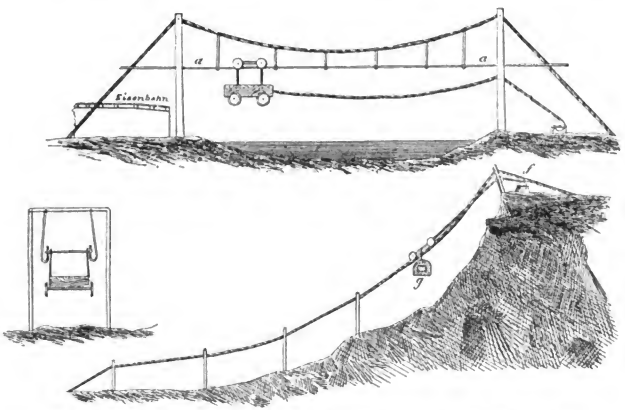


Fig. 26. Drahtseilbahnprojekte nach v. Dürcker. Skizzen aus Berggeist, 1869, Nr. 59.

5 Minuten auf den Rigi befördert werden und wenn schon heute Fürsten und Prinzen zuweilen in Bergwerken ihr Leben der sicheren Kraft guter Drahtseile anvertrauen, so wird auch das große Publikum nach wenigen Vorgängen die Scheu vor einem luftigen, aber mit 10facher Sicherheit konstruierten Apparate verlieren.

Im allgemeinen kann ich über die Seileisenbahn noch das Folgende bemerken:

1. Das *Neue* derselben besteht *nur* in der *Überwindung der Stützpunkte* und in der dadurch gegebenen Möglichkeit, beliebige Längen zu überspannen.

2. An Billigkeit und Leichtigkeit der Herstellung übertrifft die

Digitized by Google

Seilbahn wegen der Vermeidung aller Planierungsarbeiten jede andere Bahn bei Weitem.

3. Die tote Last der Wagen und Gefäße läßt sich auf 15—20 Pct. der zu bewegenden Masse reduzieren, während dieselbe bei anderen Bahnen 50—100 Pct. beträgt.

4. Die hinderliche Reibung wird auf das mögliche Minimum gebracht.

5. Die Geschwindigkeit der Bewegung kann bis außerordentlicher Größe gesteigert werden.

6. Die Schwierigkeiten regelmäßigen Betriebes, welche bei kleinen, unvollkommenen Versuchen stets hervortreten, lassen sich bei soliden Ausführungen mit etwas Umsicht und *Geduld* bald überwinden und die Anstrengung wird durch überraschende Resultate belohnt werden.

Mein Wunsch besteht darin, daß nunmehr, nachdem englischer Unternehmungsgeist die praktische Ausführbarkeit erwiesen hat, auch meine Landsleute von diesem Eisenbahnsystem Gebrauch machen möchten. Bei geeigneten Mitteilungen über betreffende Ortsverhältnisse und Zwecke werde ich gerne bereit sein, bezügliche Vorarbeiten zu unterstützen."

Neurode in Niederschlesien, 5. Juli 1869.

Baron *F. F. von Dücker,* Königl. Preuß. Bergassessor.

Hodgson sagt in den Veröffentlichungen seines Systems im „Berggeist", das System umfasse zwei verschiedene Ausführungsmethoden, die erste, wo ein Paar durch Böcke unterstützte Leitseile angewandt werden, die als Schiene dienen, und wo die aufeinanderfolgenden Gefäße von einem endlosen Triebseil fortbewegt werden, die zweite aber, wo ein endloses Seil gleichzeitig als Leit- und Triebseil dient usw. Er beschreibt aber dann nur eine Ausführung seines zweiten Systems, hat überhaupt, wie auch die Folgezeit bewiesen hat, von Anfang wohl weniger die Absicht gehabt, dem System mit festen Tragseilen, dem Zweiseilbahnsystem, zu einer weiteren Ausbildung zu verhelfen.

Er war eben überzeugt davon, daß die Einseilbahn mit endlosem bewegten Tragseil die Bahn der Zukunft sei, im Gegensatz zu v. Dücker, der nie auf den Gedanken gekommen war, den Hodgson tatsächlich zur Ausführung gebracht hat. Hodgson hatte sich mit seiner Ansicht geirrt — nicht der Einseilbahn, der Zweiseilbahn wandte sich die Industrie zu, nur seine engeren Landsleute bevorzugten die ersten Jahrzehnte hindurch das nach Hodgson auch genannte englische System. Wenige Fabriken in Frankreich wandten es auch an, es blieb aber immer im Verhältnis zur Zweiseilbahn, die

Digitized by Google

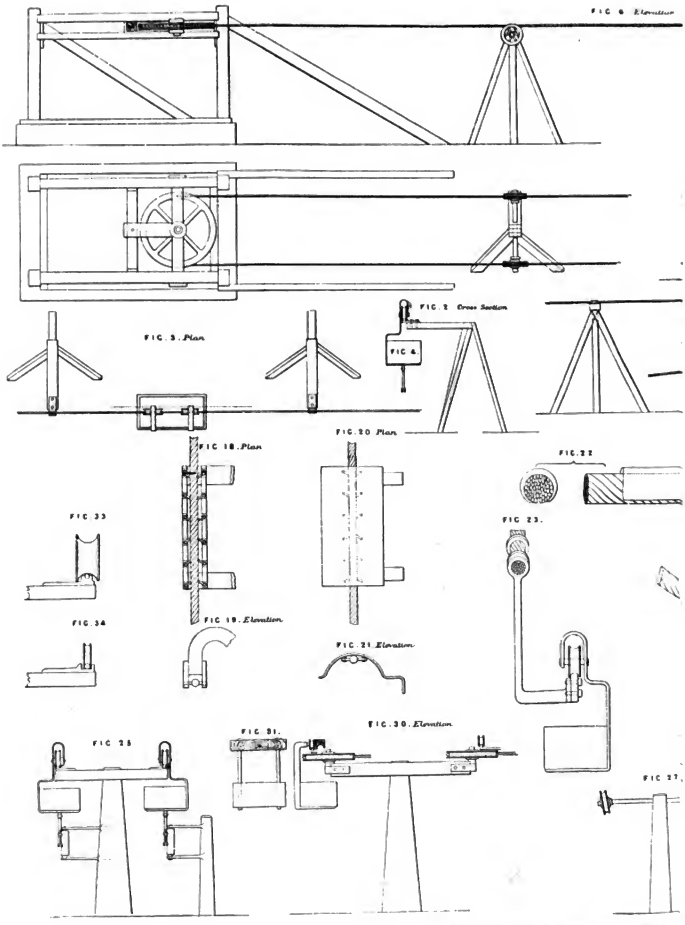
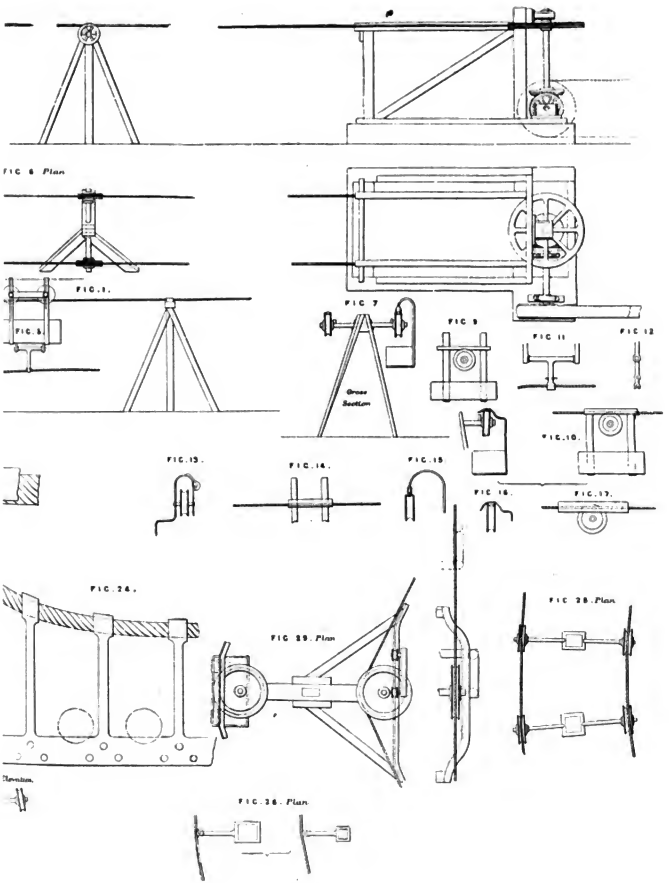


Fig. 27/28. Skizzen zur Patentschrift de

Digitized by Google



Hodgson'schen Drahtseilbahnen, 1868.

Digitized by Google

sich die ganze Welt erobert hat, ein weniger leistungsfähiges System einer Drahtseilbahn.

Es darf jedoch auch nicht übersehen werden, daß Hodgson in seiner Patentschrift das Zweiseilbahnsystem ebenfalls vollständig beschreibt und behandelt, wenn auch nicht in der Ausführlichkeit, wie die Einseilbahn. Er gibt aber zum ersten Male im Gegensatz zu von Dücker eine Bauart an, die auf der Zweiseilbahn laufenden Wagen unmittelbar mit dem Zugseil in Verbindung zu bringen, sie also nur durch das Zugseil bewegen zu lassen, worüber von Dücker bis dahin noch keine Angaben gemacht hatte. Dagegen enthält seine Patentschrift noch keinerlei Hinweis auf den Ausgleich der Längendifferenzen der Seile, keinen Hinweis auf das Anschlagen und Abkuppeln der Wagen an das Zugseil während der Fahrt. Auch über die Art der Beladung und Entladung seiner Wagen läßt sich aus seinen Zeichnungen und aus seinen Beschreibungen nichts entnehmen. Er legte vielmehr sein Hauptaugenmerk darauf, die Unterstützungsstellen der Seile bequem durch die Wagen passieren zu lassen. Es scheint überhaupt, als hätten die Erfinder damaliger Zeit diese verhältnismäßig nebensächliche und leicht lösbare Konstruktion fast als Hauptpunkt der ganzen Erfindung angesehen, während doch in Wirklichkeit die einseitige Aufhängung des Wagens und anderseitige Auflage des Seiles zu irgend welchen Schwierigkeiten keinerlei Veranlassung gab, die Lösung einer solchen Aufgabe heutzutage lediglich als konstruktive Maßnahme, die jedem Techniker geläufig sein muß, angesehen werden würde.

Die Hauptbedeutung der Hodgson'schen Erfindung liegt darin, daß er zum ersten Male auch für die Zweiseilbahn mit festem Tragseil einen kontinuierlichen Betrieb sich derart dachte, daß die beladenen Wagen auf dem Volltragseil nach der einen Richtung, die leeren Wagen auf dem parallel zu ihm gespannten Leertragseil nach der anderen Richtung zu laufen hatten, und daß beide Wagengruppen von einem endlosen besonderen Zugseil, nicht in Zügen mit einander vereinigt, sondern als Einzelwagen in bestimmten Abständen von einander bewegt würden. Den wichtigsten Teil der konstruktiven Ausbildung der Zweiseilbahnen, die Stationen, übergeht er aber mit Stillschweigen.

Ebenso gibt Hodgson interessanterweise für beide Systeme auch schon eine selbständige Kurvenumfahrung andeutungsweise an. Zum näheren Verständnis der Ideen Hodgsons möge seine eigene Erklärung der Patentzeichnung aus der Patentschrift hier Platz finden:

„The two systems will be more fully understood on reference to the accompanying Drawings, in which Figures 1, 2 and 3 shew the first system in elevation section and plan; Figures 4 and 5 show a carriage or vessel for carrying loads to be employed in this system.

Digitized by Google

Figures 6, 7 and 8 represent the second system in elevation, section and plan; Figures 9 and 10 show the boxes or vessels to be employed in connection with it.

Figures 11, 12 and 13, show methods of forming the attachment to the running or propelling rope in the first system. In Figures 14 and 15 are seen the attachments for the second system passing inside the flanges of the pulleys, and in Figures 16 and 17 are seen the method of passing outside the flanges and the methods of tightly clutching the rope, as illustrated in Figures 18, 19, 20 and 21. The metal cover or cap is shewn in Figure 22, and the suspended rail in Figures 23 and 24. The method of passing round curves in the first system is shewn in Figures 25 and 26, and that on the second system in Figures 27 and 32. Figures 33 and 34 refer to the methods of allowing the wheels of carriages to pass the points where the standing ropes in the first system are secured to the overhung brackets.

I do not confine myself to any special method of attaching the running rope to the carriages or vessels in the first system, but prefer to employ the arrangements shown in Figures 11, 12 and 13. In the second system I employ, as already stated, two forms of hook for attachment on to the rope, one to pass inside and the other outside the flanges of the sheaves which carry the rope. These two forms are shown in Figures 14 to 17, and Figures 18 to 21 illustrate methods of clutching these hooks tightly on the rope in cases where very steep inclines are to be mounted and the loads would otherwise slide back. Under certain circumstances in applying the first method I cover or cap the rope with any metallic coating, as shewn in Figure 22, or I suspend from the rope a rail for the wheels to run on, as shewn in Figures 23 and 24. In employing either system it is convenient to place the loads on the rope at such distances as shall be approximately multiples of half the average distance between the posts or points of support, so that throughout the entire line one half of the carriages shall always be on the ascending side of the catenaries over which they are travelling and the other half on the descending side. For the purpose of thus regularly distributing the load I employ any convenient automatic releasing arrangement which shall after a given number of turns of the driving drum permit the carriages in regular series to run on to the rope. To focilitate passing round curves on the first or standing rope system I arrange that the clutches for catching the propelling rope or chain shall be below the body of the carriages, vessels, or receptacles, and so constructed that they shall pass easily round a roller, which must of necessity be placed at each point of curve for the purpose of deflecting the said propelling rope. The general design of this detail is shewn in Figures 25 and 26. In passing

Digitized by Google

round slight curves on the second or moving rope system I merely incline the pulleys in the manner usual in the application of the wire rope to haulage purposes, but where a considerable curve must be made at one point, I employ the arrangement illustrated in Figures 29 to 32 for this purpose, which arrangements is equally applicable for enabling the boxes or vessels to pass round the terminal sheaves of the line. In order to facilitate this method of passing curves, and also to assist generally in moving the boxes or vessels about, when not on the running rope, I provide them with small wheels attached to the frame. In cases where wide sheets of water are to be crossed in which it would be inconvenient to construct piers I employ vessels, pontoons, rafts, or floats to carry the posts required for either system. The posts or frame-work employed in my system may also be made use of for carrying or supporting ordinary telegraph wires, but I make no claim to Inventions in this particular."

Vergleicht man hiermit nun die Erwiderung von Dückers, die noch durch eine in No. 55 des „Berggeist" erschienene Erklärung des damaligen Gewerbeschuldirektors Dr. Bardeleben unterstützt wurde, und in der ausgeführt wurde, daß die im Jahre 1861 hergestellte v. Dücker'sche Versuchsbahn „im Princip" mit den unter No. 1 beschriebenen System der Hodgson'schen Bahn übereinstimmt, so kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß v. Dücker die Óynhausener Ausführung in ihrer Bedeutung als rein konstruktive Lösung doch sehr überschätzt. Es ist doch sicher, daß die Óynhausener sowohl, wie auch die Bochumer Bahn keine kraftbetriebenen Bahnen, sondern handbetriebene Hängebahnen waren, daß aber die in der v. Dücker'schen Erklärung des „Berggeist" vom 23. Juli 1869 angeführten Einzelkonstruktionen hätten Verwendung finden *können*, daß sie aber auch doch weiter nichts geblieben sind, wie Projekte, die bis dahin noch nicht ausgeführt worden waren und die für die Zukunft auch, wenigstens nach den Ideen v. Dückers nicht zur Ausführung kommen sollten. Es mutet eigentümlich an, wenn man sich z. B. das Flußtrajekt betrachtet, das, offenbar in vollständiger Unkenntnis der bei solchen Anlagen auftretenden Kräfte skizziert, kaum anders angesehen werden kann, als eine vom ingenieurtechnischen Standpunkte aus doch nur laienhafte Leistung. Die von v. Dücker in Fig. 17 (s. Fig. 26 des Textes) erwähnte Gebirgsbahn ist ein bekannter Seilaufzug und hat mit der Drahtseilbahn nur so viel zu tun, daß als Laufbahnen Drahtseile verwendet werden, und daß das Tragseil an mehreren Punkten unterstützt ist, während die Hauptansicht der Bahn, Fig. 9 und 10 (siehe Figur 25 des Textes) mit dem auf dem Boden liegenden Zugseil und der Vereinigung der Wagen zu Zügen einen praktisch einfach unausführbaren Vorschlag darstellt, einen Vor-

Digitized by Google

schlag, der es erklärlich macht, daß diejenigen Persönlichkeiten, denen ihn v. Dücker in den 60er Jahren unterbreitet hat, ihn nicht für ernst genommen haben. Dieser selbe Vorschlag mit dem Zugbetrieb wiederholt sich — dem Notizblatt des Ziegelvereins, woselbst (Fig. 29) die Bahn sogar ohne Zugseil, für Handbetrieb, dargestellt ist. Auch die Äußerungen von Dückers über den Personentransport müssen mehr einem gewissen Optimismus, als einem Vertrauen auf die Überwindung der einem solchen entgegenstehenden konstruktiven Schwierigkeiten, die v. Dücker stets unterschätzt, zugewiesen werden.

In ganz kurzer Zeit hatte sich die Hodgson'sche Bahn mit be-

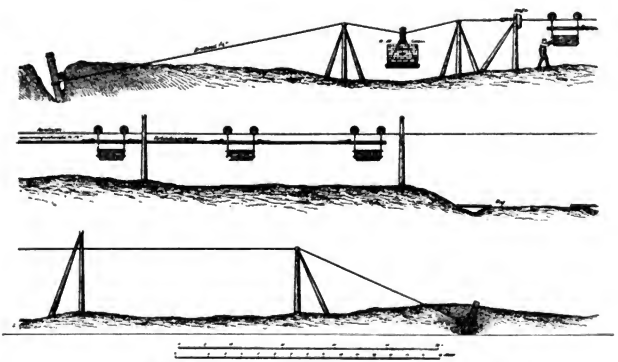


Fig. 29. Dücker'sche Seilbahn, ohne Zugseil, Handbetrieb.

wegtem Tragkabel einen ziemlich erheblichen Anwendungskreis erobert. In England selbst, in Deutschland, in Böhmen, in der Schweiz kamen mehrfach Bahnen dieser englischen Bauart zur Ausführung. Die in Brigthon 1868 gebaute, sehr weit durchgearbeitete und konstruktiv bis in alle Einzelheiten erläuterte Bahnanlage findet sich in dem von J. A. Kool und P. J. Siedenburg 1871 herausgegebenen Buche, De Transportkabel, aus dessen Hauptzeichnung sich auch gleichzeitig entnehmen läßt, daß Hodgson mittlerweile für einen Ausgleich der verschiedenen Seillängen besorgt gewesen ist, indem er einen Spannwagen einführte. Aber auch hier ist es außerordentlich merkwürdig, daß dieser Spannwagen mit Hilfe eines Flaschenzuges von Hand reguliert werden mußte und keinerlei selbsttätige etwaige Gewichtsbelastung aufweist. Ebenso ausführlich be-

Digitized by Google

schrieben sind die Zwischenstationen und Kurvenumführungen, wie die Konstruktion der Stützen in den verschiedenen Höhen. Auch die Wagen mit ihren drehbaren Aufhängungen sind von höchstem Interesse, wenn diese Aufhängungen auch noch nicht derart sind, daß ein selbsttätiges Kippen und Wiederaufrichten der Kasten nach dem Entladen mit ihnen ermöglicht werden konnte. Die Geschwindigkeit dieser Bahn in Brigthon soll zwischen 6 und 8 Kilometer in der Stunde betragen haben, also schon annähernd 2 m in der Sekunde.

Mit dieser Bahnausführung in Brigthon, die die volle Brauchbarkeit der Hodgson'schen Ideen erwies, war das System gleichzeitig zu einem gewissen Abschluß gelangt. Es hat sich bis heute in grundlegender Beziehung noch in keiner Weise geändert, sondern nur die Durchbildung der Einzelheiten hat zu Vervollkommnungen geführt, Vervollkommnungen, die sich dem Fortschreiten der Technik im allgemeinen naturgemäß anpassen mußten.

Jedenfalls gebührt Hodgson die große Anerkennung, daß er durch sein zielbewußtes Vorgehen einen erheblichen Anstoß zur Weiterverfolgung des Schwebebahngedankens gegeben hat. Bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung finden wir solche Schwebebahnversuche ausgeführt, und es ist ganz interessant, zu beobachten, wie sich die einzelnen Erfinder und Konstrukteure bei dem ihnen allen doch neuen Transportmittel über die verschiedenen Schwierigkeiten hinwegzuhelfen suchten.

Den Systemen von Hodgson, Hohenstein und v. Dücker eigentümlich ist ja die Verwendung einer einzigen Fahrbahn für den Wagen, an der die Last in stabilem Gleichgewicht pendelnd aufgehängt ist. Eine große Anzahl von Versuchen bewegte sich nun in der Richtung, Doppelfahrbahnen, auf denen die Fuhrwerke, ähnlich wie Wagen von Standbahnen stehend laufen, die also das von Lorini angegebene Prinzip verfolgen, zu verwenden. Ein Beispiel hierfür ist die Müller'sche Seilbahn (Fig. 30), die etwa 1869 konstruiert und im Jahre 1870 in der Sigl'schen Lokomotivfabrik in Wien Verwendung gefunden hat. Dieses, von dem Erfinder „Seiltrajekt" genannte Transportsystem besteht aus zwei parallel laufenden Seilen ohne Ende, die an den Endpunkten über große Rollen laufen und in verschiedenen Entfernungen durch kleinere Rollen getragen und geführt werden. Jedes endlose Seil liegt in einer vertikalen Ebene, sodaß die beiden nebeneinander herlaufenden Seile in ihren oberen Trums ein sich nach der einen Seite bewegendes Geleisepaar in ihren unteren ein sich nach der anderen Seite bewegendes Geleisepaar darstellen. Die Lasten wurden von gewöhnlichen vierräderigen Eisenbahnwagen aufgenommen, die sich mittelst besonderer seitlicher Greifer auf die Seile auflegten. Die Anordnung der Überführung der auf dem festen Boden auf Geleisen

Digitized by Google

fahrenden Wagen nach der Seilbahn ist eine außerordentlich einfache. Die Standbahngeleise laufen zwischen die Endumführungen der bewegten Tragseile, sodaß die Wagen von selbst beim Weiterschieben von den Geleisen auf die Seile übergehen bzw. umgekehrt, beim Verlassen der Seile sich von selbst auf die Schienen mit Hilfe von Anlauframpen aufsetzen (Fig. 31). Die beigefügte Zeichnung ergiebt ziemlich genau die Art der von Müller beabsichtigten Einzelausführungen. Bemerkenswert ist das, was der

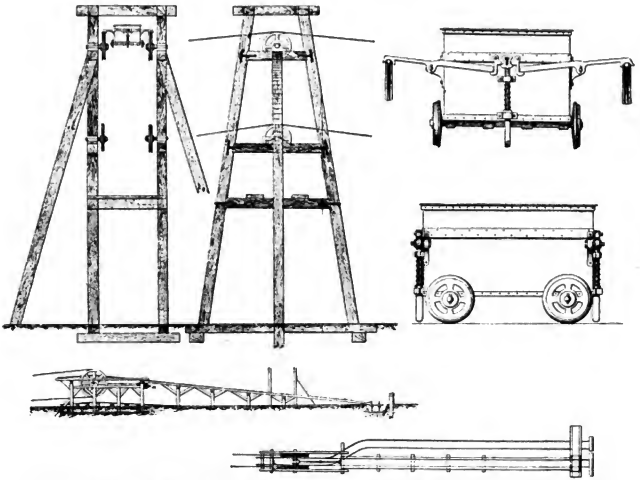


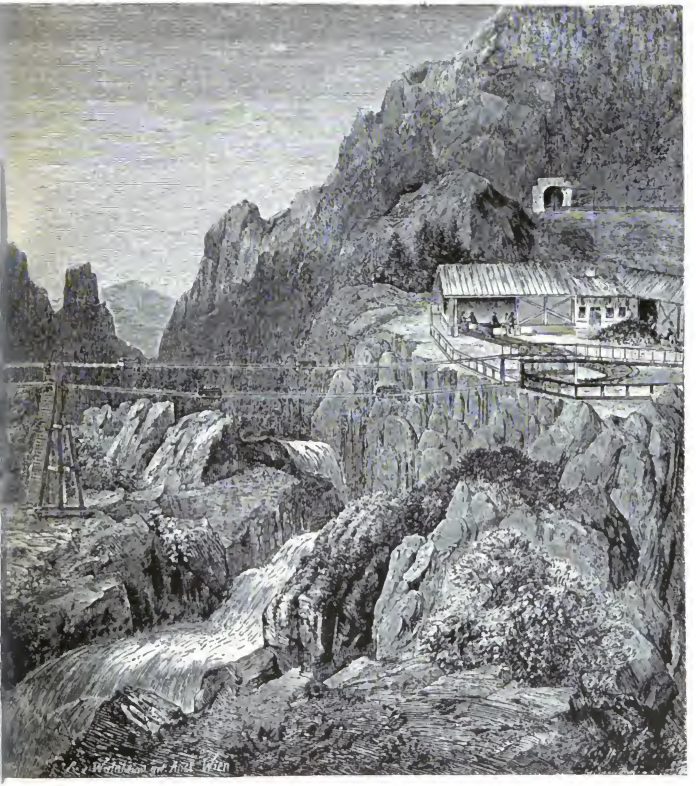
Fig. 30. Müller Seiltrajekt zwischen der Sigl'schen Lokomotivfabrik Wien und Währing, 1870.

Erfinder über die Einzelheiten seiner Ausführung selbst angibt. So sollen, wie er meint, Wagen von fast beliebigem Gewicht gefördert werden können, was natürlich sehr stark anzuzweifeln ist, schon mit Rücksicht auf die Ausführung der Seile. Ebenso will er sein Trajekt mit 2—2½ m Geschwindigkeit in der Sekunde laufen lassen und die Stützen in durchschnittlichen Entfernungen von 100 m aufstellen. Merkwürdigerweise kommt aber auch Müller immer noch nicht auf die selbsttätige Anspannung der Seile etwa durch Gewichtsbelastung, sondern er bildet eine Spannvorrichtung mit Hilfe von Zugspindeln aus, wodurch natürlich eine gleichmäßige Anspannung

Digitized by Google

Fig. 31. Hermann Müllers Seil-Trajekt. Gesamtansicht aus

Digitized by Google



einer Broschüre der Sigl'schen Lokomotivfabrik Wien, 1872.

Digitized by Google

und damit auch ein gleichmäßiges Laufen der beiden Seile ausgeschlossen wird.

Wie wenig übrigens sonst ernsthaft zu nehmende Konstrukteure sich über die einzelnen Vorgänge bei Drahtseilbahnen klar wurden, geht aus der Buch'schen Privilegiums-Anmeldung aus dem Jahre 1870 hervor, die sich auf eine angebliche Verbesserung Hodgson'scher Drahtseilbahnen bezog. Buch will die Fördergefäße ebenfalls statt an ein Seil, an zwei bewegte Tragseile hängen, die ziemlich dicht nebeneinander liegend, parallel zu einander geführt sind, in gleicher Richtung laufen. Er begründete seinen Vorschlag damit, daß bei gewöhnlichen Hodgson'schen Seilbahnen die Lasten zu sehr schwanken, und daß sie bei seinem System viel ruhiger hängen sollten. Abgesehen von der außerordentlichen Komplikation, die durch Führung und Lagerung und ebenso durch Antrieb der beiden Seile in das System hineingeführt wird, übersah der Erfinder vollständig, daß in Wirklichkeit ein etwa auftretendes heftiges Schwanken der an einem Seil aufgehängten, also doch in stabilem Gleichgewicht befindlichen Lasten lediglich auf Ausführungsfehler zurückzuführen ist, und daß es namentlich bei langen Strecken unmöglich ist, die beiden Seile stets mit derart gleicher Spannung und gleicher Geschwindigkeit zu führen, daß nicht durch die Verschiedenheit zwischen beiden ein noch viel heftigeres Schwanken und ein fast mit Sicherheit zu erwartendes Entgleisen der Wagen eintritt.

Zur gleichen Gruppe der mehrseitigen Bahnen ist auch zu rechnen z. B. die in der Nähe des Rheinfalls bei Schaffhausen wahrscheinlich im Jahre 1867—69 erbaute Bahn, die in der Literatur vielfach als Überschreitung des Rheinfalls genannt wurde. Die fragliche Drahtseilbahn überspannte zwar nicht den Rheinfall, sondern sie vermittelte nur den Verkehr des Dienstpersonals zwischen dem alten linksrheinischen schwer zugänglichen Moser'schen Turbinenhause und dem rechten Schaffhausener Ufer, zu einer Zeit, als die bekannte Moser'sche Seiltransmission noch im Betrieb war. Diese etwa 100 m lange Seilbahn wurde Ende der 70er Jahre durch den heute noch benutzten eisernen Fußsteg ersetzt. Wer der Erbauer der Bahn war, ob Rieter in Töß oder Escher-Wyß, konnte nicht mehr ermittelt werden, ebensowenig wie Zeichnungen hierüber noch vorhanden zu sein scheinen.*) Der für höchstens 2 Mann berechnete, äußerst primitive eiserne Fahrkasten, etwa von der Form beigeschlossener Skizze (Fig. 32), wurde durch 2 auf den beidseitigen Uferpfeilern montierte Handkurbelgetriebe mittelst umlaufendem Zugseil zwischen 4 Trag- resp. Hängseilen aus Stahldraht hin und

*) Nach persönlichen Mitteilungen von Ing. Siegfried Abt in Winterthur und H. Mägis in Schaffhausen.

Digitized by Google

her gezogen, langsam genug, häufig, besonders im Winter, mit einer unfreiwilligen Ruhepause über der Rheinmitte.

Die aus der Hodgson'schen System-Erfindung entspringenden weiteren Erfindungen, die nun in sehr rascher Folge einsetzten, konnten an der Gesamtheit des Systems natürlich nichts mehr ändern, sie bezogen sich mehr auf Vervollkommnung der Einzelheiten, auf eine bessere Durchbildung der einzelnen konstruktiven Teile und ihre Anpassung an die im Betrieb gemachten Erfahrungen. So schlug Hallidie schon 1871 in Scientific Press (S. Francisco, 18. 2. 1871) ein dem Hodgson'schen ähnliches System vor, das statt der lösbaren, fest mit dem Seil verbundene Wagenkasten oder Arme zur Aufnahme von Lasten besitzt.*) Das von Hodgson in

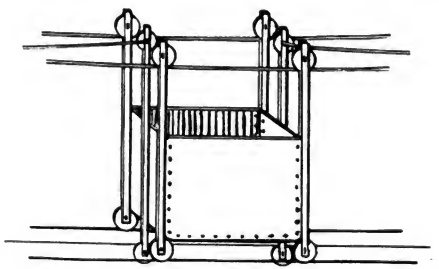


Fig. 32. Schematische Darstellung des Seiltrajekts bei Schaffhausen mit 4 Tragseilen und endlosem Zugseile (von 1867—1869).

Bardon Hill zum ersten Male im Betrieb vorgeführte Seilbahnsystem der *Einseilbahnen* muß demnach, trotzdem schon in der alten Danziger Anlage ein Vorgänger von ihm da war, doch als eine vollkommene Erfindung angesehen werden, und zwar als eine Erfindung in unserem heutigen Sinne. Es ist also nur gerechtfertigt, wenn noch bis heute jedes Einseilbahnsystem, das auf den von Hodgson angegebenen Grundsätzen beruht, unabhängig davon, ob in seinen Einzelheiten Weiterbildungen und Verbesserungen stattgefunden haben, die an seiner Grundlage und an seinem Wesen aber nichts ändern konnten, als Hodgson'sches System bezeichnet wird.

Die Einführung dieses Hodgson'schen Einseilbahnsystems in die Technik gab aber das Zeichen zum Beginn einer regen Erfindertätigkeit auch auf dem Gebiete des Zweiseilsystems. Man hatte

*) Scient. Press. S. Francisco. 18. 2. 91.

Digitized by Google

durch die englischen Erfolge wohl erkannt, welcher technische und wirtschaftliche Wert dem Lufttransport innewohnt, mochte sich auch wohl sofort davon überzeugt haben, daß die eigentliche Zukunft der schwebenden Lastbewegung nicht darin zu suchen ist, daß die Lasten auf einer beweglichen Schiene gefördert werden, sondern daß sie nur darin bestehen konnte, feste Wege durch die Luft zu schaffen, an denen sie mit Hilfe besonderer Bewegungseinrichtungen entlang laufen konnten.

Die in Tirol und in der Schweiz gegebenen Anregungen, die aus den ersten, vorher beschriebenen Seilriesen zu entnehmen waren, führten dort bald zu einer selbständigen Weiterentwicklung dieses Systems. Nachdem Hohenstein mit seinen primitiven Seilriesen so bedeutende technische Erfolge erzielt hat, wenn ihm auch die entsprechenden finanziellen Erfolge versagt blieben, griff ein Industrieller im Kanton Bern, Ch. König in Beitenwyl, den Hohenstein'schen Gedanken auf und verbesserte ihn wesentlich durch Hinzufügung einiger neuer Erfindungen. Im Jahre 1869 wurde am Trubbach bei Trubschachen von König eine Seilriese von 950 m Länge bei einem Drahtseildurchmesesr von 25 mm errichtet, bei der die von Hohenstein angegebene Spannvorrichtung mit Hilfe einer horizontalen Walze und Sperrad ebenfalls zur Anwendung kam.

Die anscheinende Unmöglichkeit des Transportes ganzer Stämme von 1000 und mehr kg Gewicht*) hatte nämlich bis dahin ihren Grund in der richtigen Voraussetzung, daß ohne Regulierung der Schnelligkeit, bei der Wucht, mit welcher eine solche Masse zu Tal fahren würde, entweder dieselbe über die Bahn hinausschleudert oder aber, unten angekommen, sich selbst und alles im Wege Stehende zerschmettern würde. Um nun den Gang des Gleitens in die Tiefe zu regulieren, brachte Herr König bei der oberen Station eine senkrechte, zwischen Stützen sich drehende Walze an. Über diese läuft ein leichtes Drahtseil, dessen eines Ende an dem zu transportierenden Gegenstand befestigt ist, während am anderen Ende durch die überschüssige Kraft des hinabgleitenden Holzes die leeren Rollen wieder heraufbefördert werden. Da jedoch dies nicht am gleichen Seile geschehen konnte, an dem die Last hinuntergelassen wurde, so spannte man ein zweites Drahtseil, welches aber der geringen Last wegen, welche dasselbe zu tragen hatte, bedeutend dünner und daher auch wohlfeiler sein konnte. An der oben erwähnten Walze (Friktionswalze), um welche die sogenannte Luftschnur geschlungen war, wurden überdies zwei Windflügel angebracht, die durch ihre Schwere anfänglich vertikal stehen, sich aber bei der Drehung öffnen und durch den vergrößerten Luft-

*) Abdruck des Wortlautes aus Fankhauser, Drahtseilriesen. Bern 1873.

Digitized by Google

widerstand eine langsamere Drehung der Walze und ein langsameres Gleiten der Luftschnur erzielen. Durch einen Hebel konnte ferner die Walze vollständig gebremst und auf diese Weise die Last jeden Augenblick angehalten werden. Die zweite Verbesserung, welche hier zur Anwendung kam, bestand darin, daß die eigene Schwere des Drahtseiles, da, wo es zweckmäßig erschien, durch eine angebrachte Unterstützung getragen wurde. Zu dem Behuf wurde an der betreffenden Stelle mittelst dreier Baumstämme eine Pyramide gebildet, die an einem horizontalen Querbalken eine freistehende, solid befestigte Rolle trug, auf welche das Seil gelegt wurde. Auf diese Weise allein war es möglich, das Drahtseil, das bei seinem bedeutenden eigenen Gewichte sich bei großen Spann-

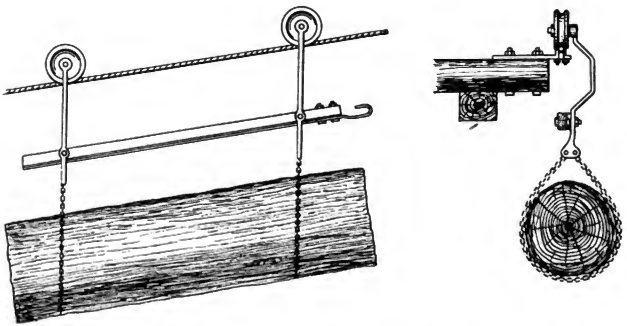


Fig. 33. Holztransportgehänge der Königschen Seilriesen, 1869.

weiten kaum selbst zu tragen vermag, auf beliebig lange Distanzen und selbst zum Transport schwerer Nutz- und Bauhölzer anzuwenden.

Was den Transport selbst betrifft, so genügt selbstverständlich für starke Stämme eine einzelne Rolle nicht mehr. Es wurden deren zwei angewendet, welche durch ein bewegliches Querstück verbunden waren, damit sie sich nur in gerader Richtung am Seil fortbewegen konnten und seitliche Schwankungen dabei vermieden würden. Mittelst Ketten wurden die zu transportierenden Holzstücke an derartigen Wagen befestigt (Fig. 33).

Ungefähr zu gleicher Zeit wurde laut einem Aufsatze im Mai-Heft 1870 der Zeitschrift „Revue des eaux et forêts" auf ähnliche Weise ein Drahtseil zum Transport von Brenn- und Bauholz in

Digitized by Google

Savoyen benutzt, ohne daß jedoch der dortige Unternehmer von den Drahtseilriesen des Herrn König, noch dieser von jenem, Kenntnis hatte.

Laut obigem Berichte befinden sich in der Nähe von St. Jean de Coire, Savoyen, die Waldungen von Beauvoir, welche größtenteils aus Buchenniederwald, an manchen Orten mit Weißtannen gemischt, bestehen, und deren Exploitation der schwierigen Holzabfuhr wegen große Kosten verursachte. Um das Holz hinunter nach dem an der Straße von Chambery nach Lyon gelegenen Ablageplatz Roche-Corbière zu schaffen, mußte dasselbe entweder getragen oder durch die Rinnsale hinuntergestürzt werden. Die Anlage eines Weges würde zu große Kosten verursacht haben. Man fiel deshalb auf die Idee, eine Drahtseilriese zu erstellen. Die Einrichtung ist im Grunde genommen ziemlich dieselbe, wie bei den schon betrachteten derartigen Anstalten; längs eines starken mehrmals unterstützten Drahtseiles wird das zu transportierende Holz hinuntergelassen und dessen Gang durch eine mit Bremsvorrichtung versehene Rolle, über die es läuft, reguliert. Einige Modifikationen jedoch, die hier vorkommen, machen, daß ein Auszug aus jenem oben erwähnten Bericht nicht ohne Interesse sein wird.

Die eigentliche Bahn, auf welcher die Rollen sich bewegen, besteht aus zwei, auf 3 m Abstand parallel laufenden Drahtseilen von je 1200 m Länge, die unter einem Winkel von 27—34° geneigt sind. Es dient jeweilen das eine zum Hinunterfahren des Holzes und das andere zum Herauffahren des leeren Wagens. Die Kabel haben eine Dicke von 21 mm und bestehen aus 6 Bündeln von je sieben 2,7 mm starken Drähten. Die Kabel sind an ihren oberen Enden an zwei einfachen Wellbäumen befestigt und werden an ihren unteren Enden durch andere Walzen gespannt. Damit dieselben jedoch nicht am Boden aufliegen, sind dreibeinige Böcke zur Unterstützung aufgestellt, die einen Querbalken von 3 m Länge tragen, an dessen beiden Enden die Kabelträger befestigt sind. Dieselben bestanden anfangs einfach in kupfernen Rinnen von 21 mm Breite und 10 mm Länge, wurden jedoch später durch kleine Rollen ersetzt. Derartige Stützen (Fig. 34) sind alle 70—80 m angebracht. Am Fuße derselben befinden sich überdies zu beiden Seiten drehbare, horizontale, hölzerne Wellen, über welche das Laufseil, das an dem beladenen, hinunterfahrenden und dem leeren heraufkommenden Wagen befestigt ist, gleitet. Zur Regulierung des Ganges ist diese Laufschnur um eine, bei der oberen Station befindliche Hemmvorrichtung gelegt. Dieselbe besteht aus einem vertikalen, 2,30 m langen Wellbaum (Fig. 35), der sich um seine Achse drehen kann, sonst aber durch Balken solid befestigt ist. An diesem sind nun übereinander zwei horizontale Räder von 3 m Durchmesser angebracht; um das eine ist das Hemmseil gelegt, während das andere mittelst einer

Digitized by Google

Hemmvorrichtung, ähnlich wie man sie bei Eisenbahnwagen sieht, gebremst und dadurch die Schnelligkeit der hinunterfahrenden Last reguliert werden kann.

Die Wagen sind ähnlich konstruiert, wie diejenigen, die König benutzt; die Räder sind jedoch von Bronze, und zur Verbindung der beiden Rollen werden statt eines Holzstückes Ketten und Hanfseile benutzt.

Die zu transportierende Last muß, um das Hemmseil und den leeren Wagen hinaufzubefördern, wenigstens ein Gewicht von 600 kg haben, während sie dagegen auch nicht 1000 kg übersteigen darf. Die geeignetste Ladung ist 700—800 kg, und es können durch

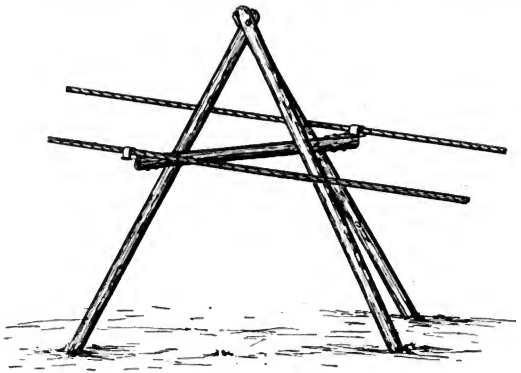


Fig. 34. Stützen der Drahtseilriesen St. Jean de Coire, 1869—1870.

dieselbe leicht mit dem leeren Wagen Mundvorräte für die Arbeiter, Material zu Reparaturen usw. bis zu 80 oder 100 kg Gewicht hinaufgezogen werden.

An der Beschreibung dieser beiden Anlagen interessiert ganz besonders folgendes:

Es kann als ziemlich bestimmt angenommen werden, daß weder König, noch der Erbauer der Anlage in St. Jean de Coire von den v. Dücker'schen Ideen und ihren bis dahin doch nur sehr spärlichen Veröffentlichungen Kenntnis hatten, wohl aber waren ihnen die Hohenstein'schen Ausführungen bekannt. Beide Erbauer gingen in der Weiterbildung der Hohenstein'schen Drahtriesen selbständig vor und kamen eigentlich ganz selbstverständlich zu einer Anordnung doppelter Laufbahnen, bei denen Hin- und Rücktransport

Digitized by Google

getrennt ist. Sie kamen aber auch ebenso beide auf eine Regulierung der Geschwindigkeit, der Eine, König, durch Anwendung einer selbsttätigen Bremse in Form eines Windflügels, der Andere verwandte eine Backenbremse. Beide erkannten ferner den Wert der mittleren Auflagerung des Tragseiles bzw. der Tragseile und verwandten fast in gleicher Weise Stützen, die eine gleitende Aufnahme des Tragseiles ermöglichten, indem sie das Tragseil an den Stützenköpfen auf Rollen oder in offene Rinnen auflegten. Zu diesem Zwecke war es natürlich notwendig, daß die Last einseitig aufgehängt wurde, wie sich dies ja auch aus den Stützen ergibt, und ebenso kamen beide Konstrukteure dazu, die Last, in diesem Falle die abzuriesenden Baumstämme, nicht mehr an den Rollen,

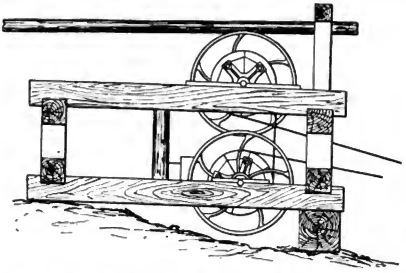


Fig. 35. Bremseinrichtung für das Zugseil der Drahtseilriesen St. Jean de Coire, 1869—1870.

sondern an zwei entweder durch Ketten oder eine starre Stange verbundene Rollengehänge anzuhängen. Es sind dies gegenüber den v. Dücker'schen Vorschlägen aus dem Jahre 1861 und seinen letzten Veröffentlichungen aus dem Jahre 1869, die um dieselbe Zeit erfolgten, in denen die hier erwähnten Riesen in Betrieb genommen wurden, so wesentliche Fortschritte, daß sie geradezu als grundlegend bezeichnet werden müssen. Man darf nicht übersehen, daß v. Dücker seine Tragseile bis dahin nicht beweglich, sondern fest auflagerte, daß er also eines der wesentlichsten Momente, die bei dem Betrieb der Zweiseilbahnen auftreten, nämlich die Längsbewegung der Tragseile, vollständig übersehen hat. Später half er sich damit, daß er die Seile an lange S-förmige Haken hing, die ein gewisses Pendeln des Seiles zuließen, er verlor aber hierdurch die starre Lagerung des Seiles in der Querrichtung.

Diese letzte Konstruktion der Aufhängung der Seile an pendelnden Eisen, die das Seil fest umfassen, läßt sich sehr gut ver-

Digitized by Google

folgen bei der sogenannten Drahtseilbahn auf der Schwarzen Hütte bei Osterode im Harz, die wohl die älteste noch existierende Ausführung einer Schwebetransporteinrichtung mit festem Seil ist, und die im Jahre 1870 von v. Dücker gebaut wurde. Nur ist an dieser Ausführung das eine bedauerlich, daß sie nicht, wie häufig angenommen wird, eine wirkliche Drahtseilbahn darstellt, sondern lediglich eine Drahtriese in ihrer allereinfachsten Form. Die Deutsche Bauzeitung vom 17. August 1871 bringt eine Veröffentlichung von A. Lämmerhirt hierüber:

„Das Gipswerk Schwarzehütte bei Osterode am Harz, der Firma Büchting & Schimmler gehörig, bezieht seine rohen Gipssteine aus in der Nähe liegenden Gipsklippen, welche von dem Werke durch das Tal der Söhse getrennt sind. Die Fuhrwerke, welche zum Transport des Rohmaterials dienten, hatten daher etwa 20 Fuß (6 m) hinab und nach Überschreitung des Flusses 16—20 Fuß (5—6 m) hinauf zu steigen. Dabei wurden die Steine aus dem höher gelegenen Teile des Bruches bis zu einem Plateau hinabgestürzt, welches dem Fahrwege nach etwa 14—1500 Fuß (440 bis 476 m) vom Gipswerke entfernt liegt. — Für diesen Transport wurde projektiert, einen sogenannten Hundslauf quer durch das Tal zu bauen; in Stelle dessen aber wurde unter Aufsicht des Erfinders, Freiherrn von Dücker, eine Drahtseilbahn in einfachster Form hergestellt, welche den an sie gestellten Erwartungen nicht nur entspricht, sondern sie noch übertrifft.

Die Bahn beginnt in den Gipsklippen an einem Punkte, welcher 20 Fuß höher liegt, als das Terrain der „Schwarzehütte“ (Fig. 36); da nun Rückfracht nicht vorhanden ist, so wurde diese Höhendifferenz benutzt, um die Transportwagen vermöge ihres eigenen Gewichtes an dem Seil entlang laufen zu lassen. Die Höhen der Unterstützungen sind so bemessen, daß die Auflagerpunkte vertikal in einer flachen, horizontal auslaufenden Kurve liegen; die erste und letzte Unterstützung ist 6 Fuß (2 m) hoch, in der Mitte erreichen sie etwa 40 Fuß (12,50 m) Höhe. Ihre Entfernungen von einander wurden durchaus dem Terrain angepaßt; während die Spannweite über dem Söhsefluß 64½ Fuß (20 m) mißt, reduzieren sich diejenigen auf dem Plateau der Schwarzehütte auf rund 30 Fuß (9,50 m). Je nach dem Standort und der Höhe sind die Unterstützungen als einfache Ständer (Fig. 37), Doppelständer oder Dreifüße konstruiert, die im Söhsebett aufgestellten außerdem durch umgelegte Steinkegel gegen Unterspülung und Beschädigung beim Eisgang usw. geschützt.

Die Bahn selbst besteht aus 1 Zoll (2,6 cm) starkem Rundeisen, welches mit Hilfe einer Feldschmiede zu der erforderlichen Länge zusammengeschweißt wurde. In den Gipsklippen ist nur eine ein-

Digitized by Google

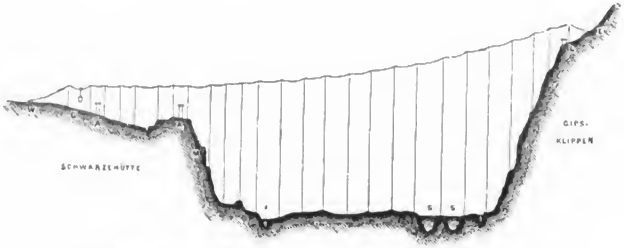


Fig. 36. Längenprofil der Dückerschen Seilriese bei Schwarzehütte, 1870.

Fig. 37. Stützenanordnung mit Seilaufhängung der Seilriese Schwarzehütte, 1870.

Digitized by Google

fache Erdbefestigung angebracht, während am anderen Ende eine Erdwinde aufgestellt ist, auf deren Trommel sich ein Stück Drahtseil, die Fortsetzung des Rundeisens, behufs der Spannung aufwickelt. Zwischen den beiden letzten Stützen hängt dann außerdem ein Gewicht in Form eines mit Steinen beschwerten Holzgestelles, um die Spannung möglichst konstant zu erhalten und den etwaigen Schwankungen etwas nachzugeben. Die direkte (horizontale) Entfernung beider Endpunkte beträgt 1425 Fuß (447 m), während der von den Transportwagen von L nach A zurückzulegende Weg horizontal gemessen nur etwa 1200 Fuß (377 m) ist.

Der Betrieb auf der Seilbahn ist nun folgender:

Drei Arbeiter sammeln das Material und beladen damit die auf 5 Zentner Ladung eingerichteten Förderkasten; jeder einzelne erhält einen leichten Stoß und läuft dann mit der durch sein Gewicht erzeugten, aber durch eine Bremsvorrichtung gemäßigten Geschwindigkeit nach Schwarzhütte hinüber; an der Abladestelle A ist diese bei gut regulierter Bremse so gering, daß ein einziger Arbeiter, der hier das Ausladen zu besorgen hat, den Förderwagen mit der Hand anhält. An der entfernten Ausladestelle A würde bei derselben Stellung der Bremse die Endgeschwindigkeit nahezu Null sein. Vorläufig sind nur drei Transportwagen in Gebrauch, der letzte derselben erhält das Ende einer Leine angehängt, die sich durch den Zug des Wagens von einer im Gipsbruch aufgestellten Windetrommel abwickelt. Nachdem alle 3 Wagen entleert sind, werden sie aneinander gehängt und durch Aufwickelung der erwähnten Leine wieder nach dem Gipsbruch hinübergezogen.

Der beladene Wagen legt den Weg an der Seilbahn in 70 bis 75 Sekunden zurück, in einer Stunde werden alle 3 Wagen 8 bis 9mal hin- und hergeschickt. Da es für den augenblicklichen Bedarf genügt, so werden die Kästen nur mit 350—370 Pfund beladen und somit bei 11stündiger Arbeitszeit täglich 600—635 Zentner Gips nach Schwarzehütte befördert. Wie oben erwähnt, sind die Anordnungen auf 5 Zentner Ladung berechnet und die Transportwagen laufen mit diesem Gewichte ebenso sicher und anstandslos hinüber. 5 Zentner Ladung und 11stündige Arbeitszeit würden aber einen täglichen Transport von 1000 Zentner gewähren.

Die mehrfach erwähnte Bremse besteht aus einem Brettstück, welches, mit passenden Ausschnitten versehen, von oben zwischen die Räder greift und in dieser Stellung durch einen langen Schraubenbolzen an dem unteren Rahmen des Radgestelles befestigt ist.

Die Herstellungskosten der Seilbahn stellen sich in runden Zahlen wie folgt:

Digitized by Google

Materialien zum Bau: Eisen, Holz, Fuhrlohn usw. . .	486 Taler
Honorar, Bauleitungskosten, Vorarbeiten usw. . . .	130 Taler
Arbeitslöhne einschl. der Schmiedearbeit	222 Taler
Summa einschl. Beschaffung von 3 Förderwagen	838 Taler

Dies gibt, reduziert auf 377 m nutzbare Länge, pro laufenden Meter 2 Taler, 6 Silbergroschen, 8 Pfennig.

Die Aufstellung geschah übrigens mit ungeübten Leuten, auch waren die Materialien in reichlichem Maße beschafft, sodaß die Bemerkung des Herrn Frhrn. von Dücker, eine zweite gleiche Anlage für rund 600 Taler herstellen zu wollen, wohl zutreffend erscheint. Das Eisenzeug für Anbringung eines zweiten Stranges würde etwa 180 Taler kosten.

Zur Bedienung der Bahn sind, wie oben erwähnt, 4 Arbeiter nötig, welcher früher ebenso beim Beladen und Entladen der Fuhrwerke beschäftigt waren. Das Fuhrlohn beim Transport durch Pferde betrug bisher 2,43 Pfennige pro Zentner, ohne das Auf- und Abladen, das bei der Seilbahn mit denselben Kosten (1½ Pfennig pro Zentner) stattfindet.

Rechnet man für Zinsen, Reparaturen und baldige Amortisation jährlich 20 % des Anlagekapitals, so sind das bei 838 Talern wie oben, 167,6 Taler p. a., oder bei 200 Arbeitstagen im Jahr 25⅛ Silbergroschen pro Tag. Werden nun täglich 600 Zentner befördert, so kostet der Zentner ziemlich genau ½ Pfennig für Benutzung der Bahn, ebenfalls ohne Auf- und Abladen. Die vorhin angegebene Summe für Fuhrlohn stellt sich daher zum Seilbahntransport wie 2,43 : 0,50 oder 4,86 : 1, also nahezu wie 5 : 1.

Bei Beurteilung dieses glänzenden Erfolges ist zu berücksichtigen, daß die Leistungsfähigkeit der Bahn leicht gesteigert werden kann durch Beschaffung einer größeren Zahl von Transportwagen, Anstellung mehrerer Arbeiter und Verlängerung der Arbeitszeit (wenigstens in den Sommertagen), endlich auch durch Anlage eines zweiten Stranges für die unbeladen zurückkehrenden Wagen. Der letztere könnte eine geringere Seilstärke erhalten und auf dieselben Stützen mit aufgelegt werden, was die Anlagekosten selbstredend erheblich vermindert. Die Bremsvorrichtung an den Wagen würden wegfallen und durch eine Leine ohne Ende ersetzt, welche den leeren Wagen auf dem zweiten Strang wieder hinaufzieht — alles Vorteile, welche in Schwarzehütte vorläufig nicht zur Geltung kommen, weil die jetzige Förderung von 600 Zentnern täglich für den Bedarf genügt."

Da namentlich bei uns in Deutschland diese Osteroder Bahn vielfach als der Ausgangspunkt für die gesamten neueren Zweiseilbahnen angesehen wird, so mag ein näheres Eingehen auf die Einzel-

Digitized by Google

heiten derselben wohl hier von Wert sein. Es läßt sich nicht verkennen, daß v. Dücker an dieser Bahn eine Reihe von Verbesserungen angebracht hat, so namentlich findet sich hier die erste Andeutung einer selbsttätigen Anspannung des Tragseiles und zwar durch ein Spanngewicht, das zwischen die zwei letzten Stützen gehängt worden ist (Fig. 38.) Außerdem erschien es dem Erbauer aber notwendig, die Spannung noch mit Hilfe einer Erdwinde zu regulieren, was auch ganz naturgemäß ist, da die bei der Länge von 447 m des aus einem Rundeisen bestehenden Geleises aus Tem-

Fig. 38. Spannvorrichtung für das Tragseil der Seilriese Schwarzehütte, 1870.

peraturänderung und Belastungsunterschieden folgende Längsausdehnung von immerhin ½ m auszugleichen war. Da dieser Ausgleich aber durch eine senkrecht zur Seilrichtung und nicht in der Seilrichtung selbst wirkende Spannvorrichtung erfolgen sollte, mußte die Zunahme des Durchhanges an der Spannstelle wesentlich größer werden, wie dieses Maß, und da er hierdurch ein Vielfaches der wirklichen Längenänderung zu betragen hatte, eine praktische, auf diese Art nicht mehr durchführbare Ziffer erreichen, sodaß die Winde am Ende nicht mehr entbehrt werden konnte. Im übrigen ist auf die Anwendung der Bremse für die abzubremsenden Wagen

Digitized by Google

hinzuweisen, aber immer wieder zu erwähnen, daß die Bahn für kontinuierlichen Betrieb, da sie nur aus einer Laufbahn bestand, nicht gebaut war, ebensowenig aber ein ständig laufendes Zugseil, das mit dem Wagen in dauernder Verbindung geblieben wäre, aufwies. Die Möglichkeiten, die für die weitere Ausbildung dieser Bahn in dem Aufsatze der Deutschen Bauzeitung erwähnt sind, namentlich die Möglichkeit der Anlage eines zweiten Stranges mit geringerer Seilstärke für die leeren Wagen, der Ersatz der hin- und hergehenden Leine durch eine Leine ohne Ende, sind jedenfalls eher

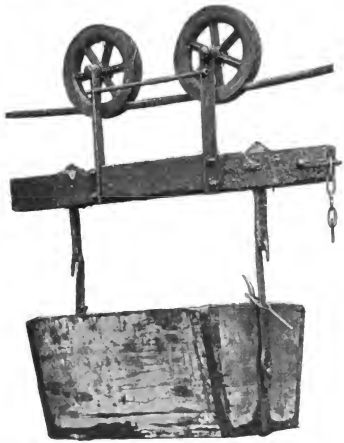


Fig. 39. Seilbahnwagen der v. Dürkschen Seilriese auf Schwarzehütte, 1870, nach einer Photographie des in Besitz der Bleichertschen Modellsammlung befindlichen Originalwagens.

dem Verfasser des Aufsatzes, als dem Erbauer der Bahn zuzuschreiben. Die Bahn befindet sich übrigens noch heute im Betrieb. Der Betrieb geht derart vor sich, daß die Wagen einer nach dem anderen unter Wirkung der Last frei auf dem Seil ablaufen gelassen werden, und daß der letzte Wagen die Leine mitnimmt, mit deren Hilfe dann die sämtlichen zusammengekoppelten Wagen zurückgezogen werden. Einer der nach den von v. Dücker'schen Angaben ausgeführten Seilbahnwagen (Fig. 39) ist durch einen modernen Eisenwagen ersetzt worden.

Digitized by Google

Fast gleichzeitig mit der Bahn auf der Schwarzehütte finden wir eine Mitteilung über eine weitere von Dücker'sche Seilbahn in Öynhausen auf der Tonwarenfabrik des Inspektor Rasch. Diese Bahn war in ähnlicher Weise hergestellt, wie die Bahn im Harz, jedoch führte sie nur über ein ebenes Gelände. Da hier Schwierigkeiten nicht vorlagen, so waren die Stützen in regelmäßigen Abständen von 30 Fuß = 9,5 m aufgestellt. Hinsichtlich ihrer Höhe aber waren sie so angeordnet, daß die Bahn bei 400 Fuß Länge (125 m) ein Totalgefälle von 3 Fuß bzw. 1 m besaß. Der Ton wurde in ein Totalgefälle von 3 Fuß bzw. 1 m besaß. Der Ton wurde in Ladungen von etwa 7 Zentnern transportiert, und zwar soll dies so leicht gegangen sein, daß ein Arbeiter den Förderwagen in 1¾ Minute die Bahn entlang schob, ihn ablud und zur Ladestelle zurückbrachte. Diese Angabe kann sich aber nur auf einen gelegentlichen Versuch beziehen, wie folgende Erwägung ergibt: Der ganze Weg, den ein Wagen bei Hin- und Rückfahrt zurückzulegen hatte, war $2 \times 125 = 250$ m; 1¾ Minuten = 105 Sekunden, zum Abladen wurden nur 15 Sekunden gebraucht, so blieben für den Wagen nur 90 Sekunden übrig, die auf 250 m verteilt, eine Fahrgeschwindigkeit von $250 : 90 = 2{,}77$ m voraussetzen würden. Der die Bahn bedienende Mann müßte also bei seiner Arbeit des Wagenschiebens eine stündliche Wagenleistung von 18 Kilometer entwickeln, was ausgeschlossen ist.

Also auch hier, wo doch die Möglichkeit zur Ausführung einer Seilbahn mit kontinuierlichem Betrieb durchaus gegeben war, namentlich da es sich um einen Versuch handelte, kommt v. Dücker nicht dazu, seine von ihm früher schon gemachten Vorschläge in die Praxis zu übersetzen und eine horizontale Bahn mit endlosem Zugseil einzurichten, sondern er legt trotz horizontaler Geländegestaltung seine Bahn künstlich ins Gefälle, um die beladenen Wagen selbsttätig herunterfahren zu lassen und um sie nachher wieder mit der Hand nach dem Ausgangspunkte zurückzuschieben.

Die Ausnutzung des Gegengewichtes der auf einem Gefälle niedergehenden Last zum Betriebe von Seilbahnen findet sich um die Jahre 1869-73 herum mehrfach. Von anderen Erfindern wurden aber zu diesem Zwecke häufiger Zweiseilbahnen in Vorschlag gebracht, die derart angeordnet waren, daß beide Stränge, der hingehende sowohl, wie der rückkehrende in entgegengesetzt gerichtetem Gefälle lagen, sodaß die beladenen Wagen von selbst nach der Beladestation zurückliefen. Allerdings entstand hierdurch zwischen dem Ankunftspunkte der leeren Wagen in der Beladestation und dem Ablaufpunkte der vollen in derselben Station ein beträchtlicher Höhenunterschied, der durch einen besonderen Aufzug überwunden werden mußte. Ein hierher gehöriger Vorschlag

Digitized by Google

ist die österreichische Privilegiumsanmeldung von Provius aus dem Jahre 1872, die dieses Prinzip verfolgt (Fig. 40).

Doppelseilbahnen mit hin- und hergehendem Betrieb finden wir, wenn auch nicht in der Ausführung, so doch in Patentanmeldungen ebenfalls von Provius in einer österreichischen Privilegiumsanmeldung auch im Jahre 1872, die natürlich nur als doppelte Seilriesen anzusehen sind. Der auf einem Seil niedergehende Korb mit der Last wird mit Hilfe eines an ihm befestigten über eine Rolle in der Aufgabestation geführten Zugseils dazu benutzt, den leeren Korb zurückzuziehen (Fig. 41).

Drahtseilriesen, wie sie ursprünglich für hin- und hergehenden Betrieb mit 2 Seilen von König angegeben waren, und wie sie hier in verschiedenartigen Ausführungen von Provius und anderen vorgeschlagen sind, kamen zu Beginn der 70er Jahre überhaupt mehr zur Ausführung. Sie haben sich als Bremsseilbahnen ganz gut eingeführt und werden heute noch in umfassendem Maße verwandt. Eine sehr vervollkommnete Bremsseilbahn wurde gegen das Jahr 1873 in Aalesund in Norwegen von W. Th. Carrington zur Ausführung gebracht (Fig. 42), der sich in der englischen Drahtseilbahn-Industrie auch in der Folge einen größeren Namen erworben hat. Diese im Engineering 1874 beschriebene Bahn besteht aus 2 Laufseilen, die eine freie Spannweite von 700 m überschreiten und an deren jedem kleine zweiräderige Hängewagen mit einem Inhaltsgewicht an Eisenerz von etwa 500 kg hingen. Die beiden Förderkübel waren durch ein Zugseil mit einander verbunden, das sich oben in der Aufgabestation um 3 Seilscheiben schlang, von denen mit Hilfe eines Handhebels gebremst wurde (Fig. 43). Die Neigung der Bahn betrug annähernd 45 Grad. Die Fahrgeschwindigkeit der Wagen wurde mit etwa 10 m in der Sekunde eingehalten. Die beiden Tragseile waren am unteren Ende durch Gewichtsbelastung angespannt, am oberen Ende im Felsen verankert. Die Entfernung der Zugseilendpunkte und damit auch der Förderkübel von einander konnte mit Rücksicht auf die genau einzuhaltenden Be- bzw. Entladepunkte durch eine horizontal verschiebbare Scheibe auf der Beladestation reguliert werden.

Schließlich verbesserte Karras in Seelowitz die Provius'schen Ideen Mitte Dezember des Jahres 1872, wenigstens durch entsprechend ausgearbeitete Projekte dahin, daß er statt des hin- und hergehenden Betriebes den kontinuierlichen Betrieb einzurichten versuchte, wie dies aus dem österreichischen Privilegium 22/834 ersichtlich ist. (Fig. 44.) Er verband die auf dem einen Tragseil niedergehenden vollen Wagen in bestimmten Entfernungen fest mit dem endlosen Zugseil, das die auf dem anderen Seil laufenden leeren Wagen in die Höhe zog, und schlug vor, die Wagen durch eine feste Umführungsweiche in den Stationen von einem auf das

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

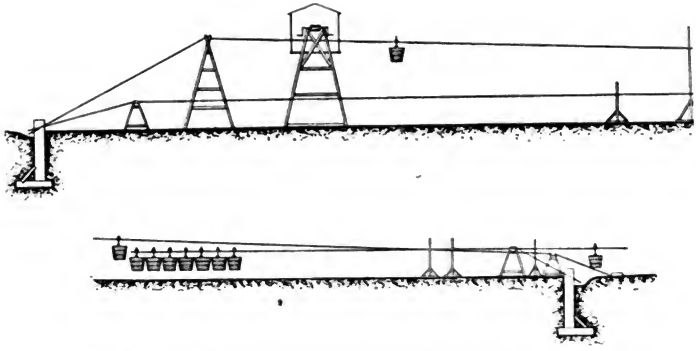


Fig. 40. Seilbahn mit kontinuierlichem Gefällsbetrieb nach Vorschlägen von Provius, 1872.

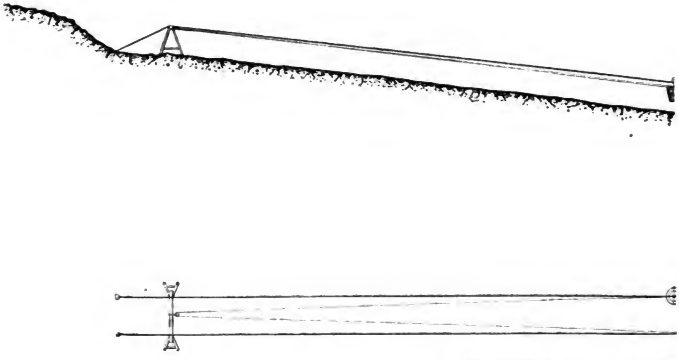
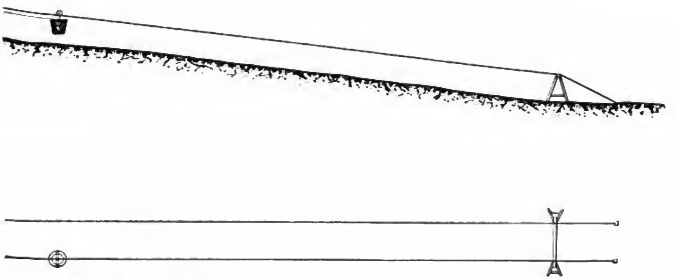


Fig. 41. Seilriese mit hin- und hergeh

Digitized by Google

Fig. 42. Seilriese mit Pendelbetrieb. Anlage in Aalesund, Norwegen, 1872—1873, ausgeführt von Carrington.



ıdem Betriebe nach Provius, 1871—1872.

Digitized by Google

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

andere Seil übergehen zu lassen. Details zu diesen einzelnen, nur schematischen Vorschlägen gibt er nicht an, außer einer Wagen-

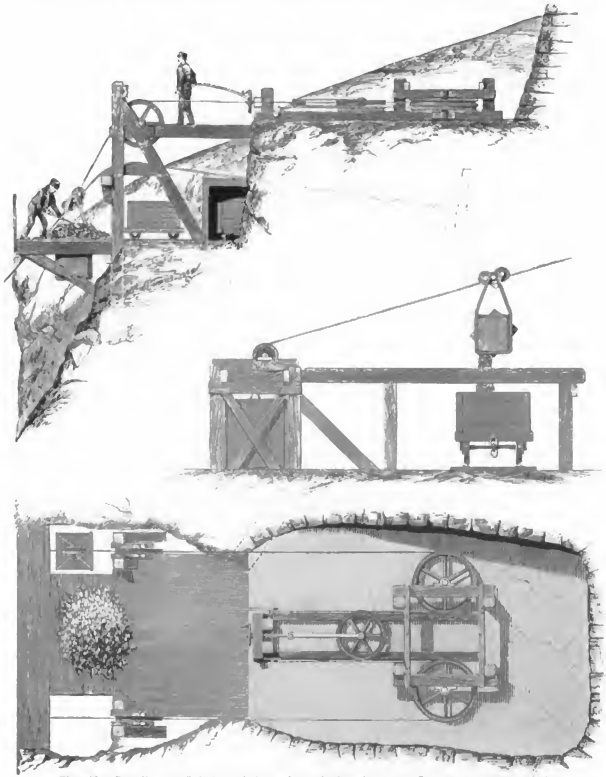


Fig. 43. Details zur Seilriese Aalesund, nach Angaben von Carrington, 1872—1873.

konstruktion. Doch mittlerweile waren diese Ideen jedoch von den Bleichert'schen überholt worden.

Den Unterschied zwischen den Vorschlägen von Provius und

Digitized by Google

Karras und den Ausführungen von Carrington besteht im wesentlichen darin, daß erstere Laufwerke bzw. Wagen mit einer Laufrolle anwenden wollten, die eine schlechte seitliche Führung auf dem Laufseil haben mußten, während letzterer, nach dem Vorbild von König, Doppelrollen anwendet.

Bemerkenswert gute Ideen in bezug auf die Ausbildung eines Zweiseilbahnsystems entwickelte der Ingenieur Obach in Wien im Jahre 1870. Die damals allerdings nicht zur Ausführung gelangten Entwürfe zu Drahtseilbahnen mit ständig laufendem Zugseil und zwei festen aus Rundeisen gebildeten Schienen lassen sich leicht

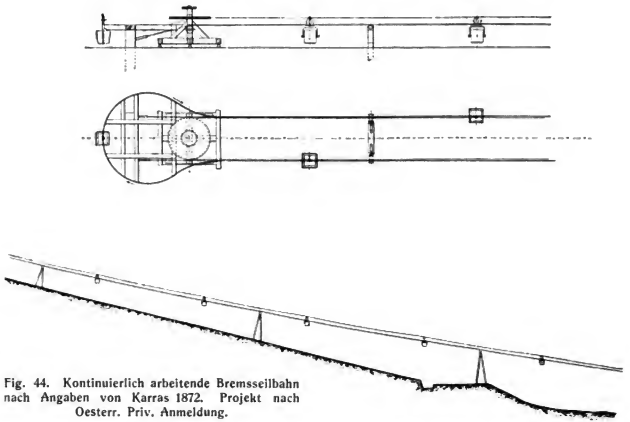


Fig. 44. Kontinuierlich arbeitende Bremsseilbahn nach Angaben von Karras 1872. Projekt nach Oesterr. Priv. Anmeldung.

verfolgen aus dem östereichischen Privilegium vom 22. Januar 1871 (Fig. 45). Hier begegnen wir zum ersten Male dem Gedanken, ein endloses Zugseil ständig unter den beiden parallelen aus Runddrähten gebildeten Gleisen laufen zu lassen und dieses Zugseil, je nach Bedarf, mit den Wagenkasten, die an einem doppelräderigen Laufwerk aufgehängt sind, in Verbindung zu bringen bzw. von ihnen zu lösen. Die Angaben, die der Erfinder Obach in seiner Privilegiumsanmeldung gemacht hat, sind allerdings nur sehr schematischer Natur, wenn auch einzelne Details später zu einer weit ausgebildeten Anwendung geführt haben. Aber auch vielfach ein Verkennen der Bewegungs- und Betriebsvorgänge bei einer solchen Seilbahn findet sich in den Zeichnungen ausgedrückt. Zunächst

Digitized by Google

ergibt sich aus der Privilegiumsbeschreibung, daß auch hier wieder auf die so außerordentlich wichtige Längenveränderung der Laufbahn während des Betriebes keine Rücksicht genommen ist. Es wird lediglich gesagt, daß die Eisen- oder Stahldrähte für die Laufbahn bei zu großen Längenausdehnungen immer wieder nachgespannt werden müssen, ein Mittel hierzu ist aber nicht angegeben. Trotzdem finden wir hier aber eine freie Auflagerung der Seile in nach oben offenen festen Tragschuhen nach Art der König'schen Rinnen, eine Form, die sich übrigens bis heute noch erhalten hat und als die einzig richtige bezeichnet werden muß. Ebenso enthielt diese Privilegiumsanmeldung die Grundidee der später vielfach verwandten Excenterkupplungen, ebenso wie die-

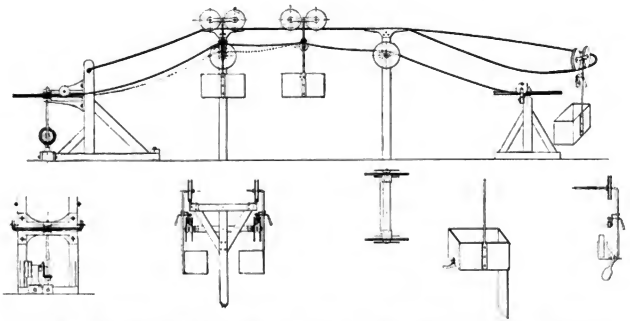


Fig. 45. Drahtseilbahn nach Vorschlägen von Obach. Wien 1870. Skizze aus einer österr. Privilegiumsanmeldung.

jenige der Ausbildung der Stationen. Technisch sehr zu beanstanden ist jedoch die aus der Zeichnung sich ergebende Anordnung der Wagenkasten und ihre Aufhängung. Wagen von einer derartigen Ausbildung würden wohl kaum lange auf dem Geleise geblieben sein. So weit fortgeschritten die Gedanken von Obach in bezug auf die technische Durchbildung des Seilbahnsystems auch im Jahre 1870—71 gewesen sein mögen, so wenig wertvoll waren sie in Wirklichkeit, da sie in einem österreichischen Privilegium, das bekanntlich geheim gehalten wird, niedergelegt waren, und da sie bis zu Mitte der 70er Jahre weder zu einer literarischen Veröffentlichung, noch zu einer weiter bekannt gewordenen Ausführung geführt haben. Aus diesem Grunde konnten die Obach'schen Ideen

Digitized by Google

auch nicht befruchtend auf die nun nach ganz kurzer Zeit mit Macht einsetzende Drahtseilbahnindustrie einwirken.

Die erste wirklich größere Anlage, die zweifelsohne auch als Drahtseilbahn im strengsten Sinne des Begriffes anzusehen ist, wurde nach den Ideen und teilweise auch nach den Angaben von v. Dücker Mitte des Jahres 1872 in der Nähe von Metz in Angriff genommen. Die „Mitteilungen", herausgegeben vom Ingenieur-Komitee, Heft 19, Berlin 1874, geben wertvolle Aufschlüsse über den Bau und den schließlich erfolgten Betrieb dieser Bahn; sie mögen, da sie von großer Bedeutung für die weitere Entwicklung des Drahtseilbahnbaues sind, im Wortlaut hier Platz finden:

„Der Zweck, welcher durch die Anlage der von der Metz-Saarbrückener Eisenbahn nach dem Fort Queuleu führenden Seiltransportbahn erreicht werden soll, ist der: Bruchsteine und Mauersand dorthin zu befördern. Erstere werden mit der Staatsbahn Amanvillers-Montigny resp. Maizières-Metz bezogen und mußten bisher von dem Bahnhofe Metz 5 Kilometer weit per Achse nach dem Fort geschafft werden: der Mauersand wurde in der Mosel gebaggert, südlich der Stadt Metz an Land gebracht oder in Sablon auf besonders dazu angekauftem Terrain gegraben und ebenfalls 5—8 Kilometer per Achse transportiert, während in der Nähe des Forts Privat derselbe bei den Ausschachtungen unentgeltlich gewonnen werden kann. Nach der Fertigstellung der Bahn Amanvillers-Montigny und Montigny-Privat war zuerst ein Projekt entworfen, die Bahn Metz-Saarbrücken entweder von Station Peltre oder von der Seillebrücke bei Magny ab durch einen festen Schienenstrang mit dem Fort Queuleu zu verbinden, allein die großen Niveau-Unterschiede und infolgedessen die große Länge dieses Geleises in sehr kostspieligem Terrain (Weinberge und Weizenboden) zwangen zur Aufgabe dieses Projektes. Es wurde nunmehr die Anlage einer Seiltransportbahn in gerader Linie von dem Punkte der Bahn Metz-Saarbrücken projektiert, wo diese aus dem Einschnitte bei la Horgne au Sablon in die Seille-Niederung eintritt, weil hier die Anlage eines Nebengeleises zum Absetzen der beladenen Waggons am einfachsten und billigsten sich herausstellte (Blatt 1). — Als Endpunkt wurde die große Mörtelmaschine vor dem Saillant resp. die Frontlinie der im Bastion I zu erbauenden großen Kaserne bestimmt, wo der Materialbedarf am größten war. Die Entfernung der beiden Endpunkte beträgt 2148 m, welche an Stelle des Transportes von resp. 5 und 8 Kilometer Entfernung auf dem Landwege tritt; dazu kommt, daß die von den Fuhrwerken zu benutzenden Straßen in einem so schlechten Zustande sich befanden, daß der Transport auf denselben außerordentlich erschwert war, und die sonst regelmäßigen Ladungen der Wagen für ein Pferd, zeitweilig deren zwei erforderten.

Digitized by Google

Das Längenprofil (Blatt 2) zeigt, daß von der Anfangsstation (Schienenoberkante des Geleises der Staatsbahn) + 178,77 bis zu der Endstation (Grabenrand vor der linken Face Bastion I) + 215,77 ein Höhenunterschied von 37 m zu überwinden und die Terraingestaltung eine solche ist, daß es nur mit außerordentlich hohen Gerüsten oder tiefen Terraineinschnitten möglich sein würde, eine Bahn mit kontinuierlicher Steigung anzulegen. Es wurde daher vorgezogen, mit wechselndem Gefälle resp. Steigung dem in der Situation (Fig. 46) dargestellten Terrain zu folgen, und war außer der allgemeinen Bestimmung der Höhe der Bahn der Art, daß die Beackerung der Felder nicht gehindert werden durfte, noch der Umstand maßgebend, daß die nach Magny-Nomeny führende

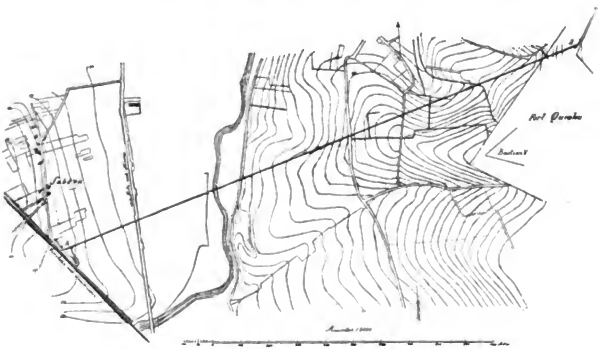


Fig. 46. Lageplan der Drahtseilbahn Metz—Sablon, 1872—1873.

Chaussee (+ 170,13) hoch genug von dem nach unten durchschlagenden Zugseil und Wagenkasten (Unterkante 6 m über dem Terrain passiert werden mußte, um den Verkehr auf derselben nicht zu stören. Die Überschreitung der Seille-Niederung bot an sich keine anderen Schwierigkeiten, als daß eine Laufbrücke von 80 m Länge erbaut werden mußte, um bei der mehrere Wochen anhaltenden Überschwemmung der Wiesen den Verkehr des Personals zu ermöglichen, und daß für solide Aufstellung der Gerüste in dem weichen Lehmboden durch Steinpackung zu sorgen war. Durch verschiedene Höhe der Gerüste wurden die Ungleichheiten des Terrains, soweit es möglich war, ausgeglichen, indessen erschienen größere Höhen des Tragkabels über dem Terrain als 7,60 m (Oberkante der Holme + 8,36 m, Ständer + 8,66 m) nicht

Digitized by Google

zweckmäßig, da sonst die Gerüste besonderer Vorkehrungen zu ihrer Sicherheit bedurft hätten. Die Linie der Tragkabel liegt am Anfangspunkte der schwebenden Strecke auf + 180 am Endpunkte auf + 220, 90, und ist dieselbe hier so hoch gelegt, um einesteils auf der daranstoßenden festen Entladestrecke die beladenen Kasten mit Gefälle bis an die Stelle zu führen, wo sie leer umkehren, anderenteils durch das Anhäufen der abgestürzten Steine nicht behindert werden. Die feste Strecke zum Beladen der Wagen bei Sablon längs des neben der Staatsbahn angelegten Geleises ist auf + 181 gelegt; die leeren Wagen werden mit einer Steigung von 1 m hinauf- und mit dem nämlichen Gefälle beladen dem anderen Tragkabel wieder zugeführt. Die Steigung resp. das Gefälle der schwebenden Strecke ist sehr wechselnd und beträgt nach umstehender Tabelle bis zu $^1/_{10}$, unter Voraussetzung einer völlig straffen Anspannung der Tragkabel; da diese aber auf eine Länge von 2000 m völlig unmöglich ist und die Festigkeit der Tragkabel außerordentlich in Anspruch nehmen würde, so haben die beladenen Kasten bei dem Passieren der Aufhängestellen schließlich auf kurze Entfernungen eine Steigung von 1 : 6 zu überwinden. Daß dieses mit Sicherheit geschehen konnte, ohne daß ein Lösen des Verschlusses und Rückwärtslaufen der Lasten stattfand, ist erst nach längeren Versuchen und Konstruktion eines schraubstockartigen Verschlusses erreicht. Abgesehen von der festen Ladestrecke bei Sablon, wo 0,4 Hektar für die Anlage und den Betrieb temporär okkupiert werden mußten, genügte es auf der übrigen Strecke, einen Streifen von 3,50 m Breite zu okkupieren, was nach dem französischen Gesetze ohne besonderen Schwierigkeiten ist, und wofür jährlich nach der Schätzung von Experten den Eigentümern resp. Pächtern der Verlust ersetzt wird.

Die Bahn zerfällt in die Hauptstrecke (1923 m lang), auf welcher die Bewegung vermittelst einer Dampfmaschine und eines Seiles ohne Ende bewirkt wird, und die beiden festen Endstrecken, wo die Kasten durch Menschenhände gefüllt und entleert werden. Auf der Ladestation Sablon werden die Kasten, auf dem festen Geleise neben den Eisenbahnschienen der Staatsbahn hängend, mit Menschenhand gefüllt, dann mit dem Zugseil in Verbindung gebracht, dagegen leer wieder entnommen; auf der Entladestation Queuleu werden die vollen Kasten abgenommen, entleert und wieder an das Zugseil herangeschoben. Außerdem bedarf die Konstruktion der Kasten und ihre Verbindung mit dem Zugseil einer Erläuterung.

Es sind hier im Abstande von 1 m zwei Tragkabel gestreckt, von denen das eine, welches die vollen Kasten trägt, 30 mm, das zweite, auf dem die leeren Kasten zurücklaufen, 25 mm stark ist. Beide sind aus Drähten geflochten; ersteres wiegt pro laufenden Meter 3,20 kg letzteres 2,40 kg.

Digitized by Google

Die Kabel sind von 25 zu 25 m unterstützt durch Gerüste in Form eines Galgens Fig. 47 (Fig. 1 Blatt 3) von 2 m lichter Weite. Der Holm ist mit eisernen Ringen einfach auf starke Schienennägel gehängt, die in die Pfosten geschlagen wurden; an dem Holme sind 2 s-förmige Haken angebracht, welche in einem offenen Lager die Kabel tragen; das Lager ist nach beiden Seiten abgerundet, um bei der wechselnden Last dem Kabel eine gewisse Nachgiebigkeit ohne Nachteil zu gestatten. Die Länge der Trageeisen, zu denen das

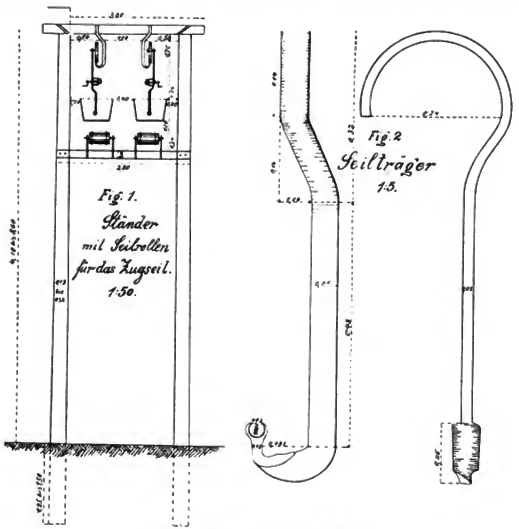


Fig. 47. Stützen und Seilaufhängung.

beste Material zu nehmen ist, da sie stark in Anspruch genommen werden, ist eine solche, daß die Räder der Wagenkasten frei unter dem oberen Teile des Hakens passieren können. Jedes zweite Gerüst ist außerdem noch weiter unten (2,14 m unter der Unterkante des Holmes) mit einem Querriegel versehen, welcher zwei gußeiserne Rollen trägt; diese sollen verhindern, daß das Zugseil — namentlich bei großer Entfernung der angehängten Kasten — nicht zu sehr durchschlägt und infolgedessen größere Kraft der Maschine in Anspruch nimmt. Anfangs angebrachte eichene Roll-

Digitized by Google

hölzer erwiesen sich nicht als dauerhaft genug, und es hat sich herausgestellt, daß die Befürchtung, die eisernen Rollen könnten das Zugseil zu sehr angreifen, nicht begründet war. Die beiden Tragkabel sind mit dem einen Ende bei Queuleu um ein fest verpfähltes hölzernes Gerüst gelegt, das andere Ende desselben ist bei Sablon um je eine hölzerne Welle von 0,60 m Durchmesser geführt (Fig. 48), welche mittelst durchgesteckter eiserner Federn gedreht wird und das Anziehen der Kabel gestattet. Um dieselben bei der allmählich stattfindenden Dehnung und den Veränderungen der Länge infolge der Temperatur-Unterschiede stets in gleichmäßiger Spannung zu erhalten, ist nahe an dem Ende bei Sablon ein Balanziergewicht von etwa 200 Zentnern aus Steinen darauf gepackt.

Das Zugseil ist 15 mm stark und besteht aus 36 Drähten; dasselbe sollte auf den beiden Endstationen um je eine horizontale

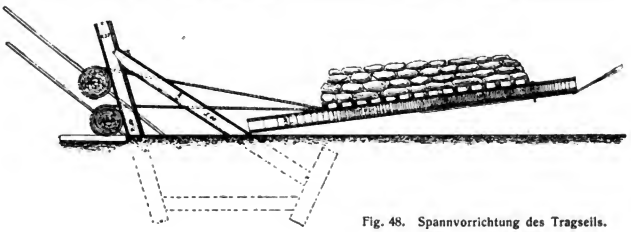


Fig. 48. Spannvorrichtung des Tragseils.

eiserne Seilscheibe von 2 m Durchmesser laufen und ist dieses auf der Endstation Sablon auch der Fall. Auf der Station Queuleu ist indessen unter diesem Rade eine zweite hölzerne Triebscheibe von nur 1 m Durchmesser angebracht; die Geschwindigkeit der Bewegung ist dadurch allerdings etwas geringer geworden, aber die Maschine arbeitet leichter, und die Abnutzung des Seiles ist eine geringere. Für beide Seilscheiben sind solide gemauerte Fundamente aufgeführt; die bei Sablon ruht auf einem beweglichen hölzernen Schlitten Fig. 49 (Fig. 9 Blatt 5), und wird dem Seile mittelst einer horizontalen Welle von 0,50 m Durchmesser eine solche Anspannung gegeben, daß die Reibung auf der Triebscheibe bei Queuleu hinreicht, um dasselbe in Bewegung zu setzen und darin zu erhalten. Die Dampfmaschine, welche die Bewegung kontinuierlich bewirkt, hat 12 Pferdekräfte, ist auf einem Fahrgestell konstruiert und steht in einem kleinen Häuschen neben der Triebscheibe. Die Transmission ist sehr einfach: von der Riemenscheibe A der Maschine (0,76 m Durchmesser) — Fig. 14 Blatt 6 — mittelst

Digitized by Google

Treibriemen auf die Riemenscheibe B von 0,95 m Durchmesser, auf der nämlichen horizontalen Achse (0,95 m Durchmesser) ist am anderen Ende ein konisches Rad von 0,32 m Durchmesser (16 Zähne), welches in die hölzernen Kämme des horizontal unter der Seilscheibe liegenden Kammrades eingreift (0,96 m Durchmesser, 41 Kämme). Die regelmäßige Geschwindigkeit des Zugseiles ist 100 m in der Minute, so daß jeder volle oder leere Kasten fast 20 Minuten zum Zurücklegen der Strecke braucht. Die Kasten sind im Mittel 1 m lang, 0,50 m breit, 0,43 m hoch und fassen 0,22 cbm; dieselben werden jedoch nicht ganz voll geladen, um unterwegs bei Schwankungen nichts zu verlieren und um die Tragkabel nicht mit mehr als 5 Zentner in Anspruch zu nehmen. Die Kasten (Fig. 2 u. 4, Blatt 4) Fig. 50 sind zum Umkippen um eine unterliegende horizontale Achse eingerichtet, und dient zum Aufrechthalten eine kleine

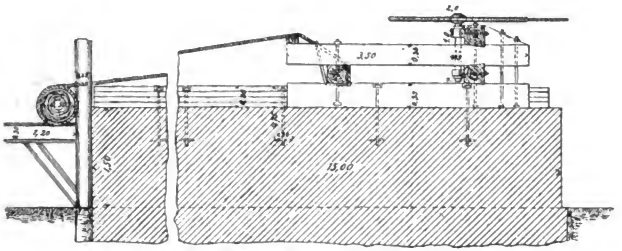


Fig. 49. Umführung und Anspannung des Zugseils.

Kette mit Vorstrecker an den beiden vertikalen Hängeeisen. Die gußeisernen Räder, mittelst deren die Kasten auf den Tragballen rollen, haben 0,37 m Durchmesser und eine Rinne von 0,043 m Breite, 0,03 m Tiefe. Über jedem Kasten ist ein hölzerner Holm angebracht, der einesteils die solide Verbindung der beiden Rollräder miteinander bewirkt, und verhindert, daß auf den Tragkabeln selbst die Kasten mit ihren Rädern aufeinander stoßen, andernteils dazu dient, die Verschlußvorrichtung (Mitnehmer), aufzunehmen, mittelst deren die Kasten für jede Fahrt an dem Zugseil befestigt werden. Die Konstruktion dieser Mitnehmer muß eine solche sein, daß die Kasten binnen wenigen Sekunden beim Ankommen auf der Station durch 1 Mann vom Zugseil getrennt und beim Abgehen ebenso rasch und so fest mit demselben verbunden werden, daß sie bei den zum Teil starken Steigungen resp. dem Gefälle der Tragkabel in keinem Falle sich ablösen; geschieht solches, so folgt ein

Digitized by Google

Zusammenstoß mehrerer Kasten, ein Entgleisen und Herabstürzen derselben und dadurch leicht ernste Beschädigungen und erhebliche Störungen in dem ganzen Betriebe. Außerdem muß die Verschlußvorrichtung einfach und solide sein, damit Reparaturen vermieden werden, welche die Kasten — abgesehen von den Kosten — dem Betriebe entziehen. Diesen Anforderungen entspricht der nach längeren Versuchen hier konstruierte schraubstockartige Verschluß (Fig. 50, Fig. 4). Damit derselbe das Zugseil nicht zu sehr angreift, sind die Backen des Schraubstockes mit starkem Sohlleder gefüttert, welches stark abgenutzt wird und öfters erneuert werden muß.

Die festen Endstrecken vermitteln die Führung der Wagen längs

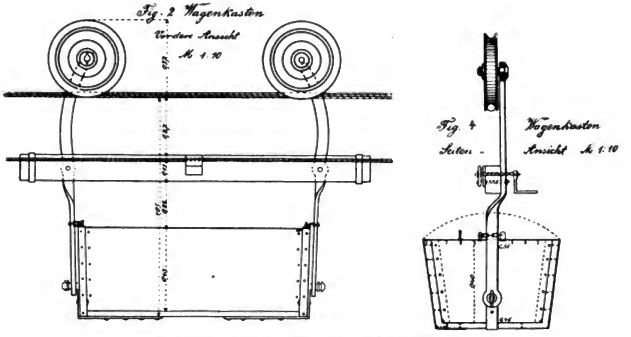


Fig. 50. Wagen der Drahtseilbahn Metz—Sablon.

der Auf- und Abladestellen, sowie das Überführen derselben von einer Seite der Hauptstrecke zur anderen. Das Geleise bestand anfangs aus Rundeisen, wurde jedoch bald, da es sich zu sehr durchbog, durch Grubenschienen ersetzt. Auf den schleifartig gekrümmten Strecken erfolgt die Wendung der Wagen; außerdem wird dieselbe noch in der Mitte der Endstrecke beim Fort Queuleu durch eine Drehscheibe, deren Konstruktion aus Fig. 7 Blatt 3 ersichtlich ist (Fig. 51) erreicht für diejenigen Materialien, welche auf der halben Entfernung der Endstrecken gebraucht werden sollen. Auch kann innerhalb der schwebenden Strecke ein Entladen der Materialien stattfinden, indem man durch Lockern des Wagenverschlusses das Zugseil durchgleiten läßt und so ein Feststeehen des Wagens bewirkt. Um ein doppeltes Schienengeleise und die schleif-

Digitized by Google

artig gekrümmten Strecken an der Beladestelle bei Sablon entbehrlich zu machen, und dadurch an Material, Zeit und Arbeit zu sparen, ist neuerdings daselbst in der in den Skizzen auf Blatt 4 angedeuteten Weise ein kreuzweises Überführen der Wagen von der Hauptstrecke auf die Entladestrecke bewirkt worden. Zu diesem Zwecke ist das Geleise an der Kreuzungsstelle auf 24 cm unterbrochen und erfolgt hier die Überführung der Wagen auf einem aufzulegenden Stück Eisenschiene, wodurch abwechselnd nach beiden Seiten hin die Verbindung des Geleises hergestellt werden kann. Die direkte Verbindung der nunmehr eingeleisigen Beladestrecke in sich wird durch eine 2,75 m lange Schiene, welche sich mit den Enden in die Geleise-Einschnitte bei a a (Skizze 2) lose einlegt, bewirkt und dadurch ein Wagenwechsel von einer zur anderen Seite der Hauptstrecke ermöglicht, wie dies durch die Pfeilstriche in Skizze 2 angedeutet ist. Zum Schließen der Ein-

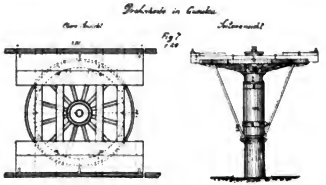


Fig. 51. Drehscheibe im Zuge der Anschlußhängebahn.

schnittöffnung bei a a dient das in Skizze 4 dargestellte Einlegestück, welches mit seinen gabelförmigen Enden den Schienensteg umfaßt.

Erst in den Monaten Mai, Juni und Juli 1873 konnte wegen der vielfachen vorher stattgefundenen Versuche usw. der Betrieb ein normaler genannt und daher einer für die Beurteilung der Zweckmäßigkeit der Anlage maßgebenden Kostenberechnung zu Grunde gelegt werden. In dieser Zeit wurden auf der Seilbahn befördert 6000 cbm.

An Arbeitslohn	4240 Taler
„ Reparatur- und Unterhaltungskosten	800 „
„ 10% vierteljähr. Zinsen von dem Anlagekapital (20000 Taler)	500 „
in Summa:	5540 Taler

verausgabt, welches den Preis von 27½ Silbergroschen pro cbm ergibt. Für den Transport auf der Landstraße, von dem Bahnhofe Metz nach dem Fort ist der Preis 1 Taler; dazu kommt noch der

Digitized by Google

Lohn der Ablader auf dem Bahnhofe selbst mit etwa 2 Silbergroschen, und die Unterhaltungskosten einer längeren Straßenstrecke, deren Abnutzung bei dem hier üblichen einspännigen Fuhrwerk — wo jedes genau dem vorhergehenden in langen Reihen folgt — eine sehr bedeutende ist. In der letzten Zeit ist die ganze Anlage einem Vorarbeiter mit etwa 30 Mann in Akkord übergeben, und erhält derselbe für den Transport eines cbm Steine 15 Silbergroschen 6 Pfennig, cbm Sand, 17 Silbergroschen 6 Pfennig, worin das Abladen von den Eisenbahnwaggons bei Sablon und sämtliche Nebenkosten, Unterhaltung der Dampfmaschine usw. enthalten sind. Schließlich sei noch erwähnt, daß sich bei Anlage einer zweiten Seilbahn das Resultat günstiger herausstellen wird, da die bei dieser gewonnenen Erfahrungen von vornherein verwertet, und die Baukosten geringer werden. Andererseits ist nicht zu leugnen, daß die Abnutzung der Seile — sowohl der Tragkabel als des Zugseils — eine sehr bedeutende ist; der Unterzeichnete schreibt dies vorzugsweise dem Wechsel von Gefälle und Steigung zu, und würde bei ferneren derartigen Anlagen dahin zu streben sein, von einem bis zum anderen Ende kontinuierliches Gefälle zu erzielen.

Der Hauptvorteil dieser Bahn dürfte darin zu suchen sein, daß keine Stockung in der Materialienanfuhr vorkam, was bei dem sehr schlechten Zustande der hiesigen Straßen sonst befürchtet werden konnte; auch kann durch vielfache Versuche schließlich eine zufriedenstellende Konstruktion ermittelt werden; rentieren wird sich jedoch die Bahn erst, wenn sich Gelegenheit findet, sie bei anderen länger dauernden Bauten wieder zur Anwendung zu bringen. Anderen Fortifikationen ist diese Art Seilbahn nur zu empfehlen, wenn im allgemeinen günstigere Verhältnisse als hier obwalten, namentlich wenn die Länge der Bahn geringer wird und das Terrain nicht abwechselnd ein Steigen und Fallen derselben bedingt. Letztere beiden Umstände üben nämlich den Haupteinfluß auf die Dauer der teuren, sehr rasch verschleißenden Drahtseile. Der Ankauf der letzteren verursachte hier einen Kostenaufwand von 3800 Talern; einmal mußten sie bereits erneuert werden, und nach Jahresfrist wird dieselbe Notwendigkeit voraussichtlich wieder eintreten. Wo es möglich ist, feste Schienen statt des Seiles zu benutzen, werden diese immer vorzuziehen sein, da ihre Abnutzung eine sehr geringe ist und bei ihnen die Dampfmaschine lange nicht die Kraft zu äußern hat, als bei einer Seilbahn, wo durch die Durchbiegung des Seiles bei jeder Belastung stets Steigungen zu überwinden sind, und die Konstruktion des Seiles größere Reibung verursacht als es glatte Schienen tun."

Der hier erwähnte amtliche Bericht enthält nichts über die Persönlichkeiten, die an dem Bau der Bahn und an ihrem Entwurf beteiligt waren. v. Dücker selbst gibt in einem Briefe aus dem Jahre

Digitized by Google

1882 an, die Bahn sei die bedeutendste seiner Ausführungen gewesen. Wenn es hiernach auch nicht zu bezweifeln ist, daß sein Rat und seine Hilfe bei dem Bau der Bahn in Anspruch genommen worden war, so ist es andererseits doch wieder zweifellos, daß eine Reihe wesentlicher Verbesserungen nicht von ihm herrühren, sondern vielmehr offensichtlich von den beteiligten behördlichen Technikern stammen. Es ist dies zu entnehmen aus der Schlußbemerkung, daß erst durch vielfache Versuche eine zufriedenstellende Konstruktion ermittelt werden konnte. Im allgemeinen muß auch aus diesem amtlichen Bericht entnommen werden, daß diese Bahn keinesfalls als Erfolg angesehen werden kann. Einfacher und günstiger kann ein Gelände nicht gut gestaltet sein, wie das hier vorliegende. Trotzdem wird behauptet, daß diese Art Seilbahnen nur zu empfehlen sei, wenn im allgemeinen günstigere Verhältnisse als hier obwalten, namentlich wenn die Länge der Bahn geringer würde, und das Terrain nicht abwechselnd Steigen und Fallen bedingt, da dieser Umstand den Haupteinfluß auf die Dauer des teuren und rasch verschleißenden Drahtseiles ausübe. Diese Kritik der amtlichen Stelle ist in der Konstruktion der Bahn selbst begründet. Man muß hiermit nur noch die sehr genau berechneten Transportkosten vergleichen, um zu einer wirklichen Beurteilung des Wertes dieser Drahtseilbahneinrichtung zu kommen. Nach Aufstellung kosteten die 6000 cbm geförderter Sand auf der Seilbahn allein 5540 Taler oder pro cbm ca. 2,77 Mark. Nimmt man den Kubikmeter Sand zu 1330 kg an, die Länge der Bahn mit abgerundet 2 km, so würden sich die Kosten des Tonnenkilometers auf annähernd 1 Mark stellen. Diese Kosten haben sich wohl im Laufe der Zeit verringert, sie sind auf etwa 1,70 Mark pro cbm einschließlich der Ladearbeiten, also auf rund 63 Pfennig für den Tonnenkilometer heruntergegangen, doch sind in letzterer Ziffer die Abschreibungskosten der Bahn und die Unterhaltung derselben nicht enthalten — also alles in allem ein wirtschaftlicher Mißerfolg. Dieser wirtschaftliche Mißerfolg war aber in der Konstruktion der Anlage vollauf begründet. Der wichtigste Teil einer Seilbahnanlage in bezug auf Anlage- und Unterhaltungskosten ist die Laufbahn und nächst dieser das Zugseil. Die geradezu verblüffend große Abnutzung der Laufbahn, die hier aus einem (scheinbar Litzen-) Drahtseil gebildet wurde, ergibt sich notwendigerweise aus deren Anordnung. Bei einer Bahnlänge von etwa 2 km beträgt die durch die Temperaturveränderung bedingte Längenänderung des Seiles 1,5—2 m. Hierzu kommt noch die durch die verschiedenartige Belastung der Wagen bedingte Längenveränderung des Seiles infolge größerer oder geringerer Durchhänge, so daß unter Umständen mit einer Längenänderung von über 2 m zu rechnen ist. Diese ganz bedeutende Differenz sollte ausgeglichen werden durch die Stein-

Digitized by Google

packung auf dem Ende des Tragkabels, die aber eine Vertikalbewegung von höchstens 80 cm zuließ, während alles übrige durch die Spannrollen ausgeglichen werden mußte. Es ist ja ganz klar, daß hiernach von einer selbsttätigen Anspannung des Seiles und namentlich von einer gleichmäßigen Anspannung desselben überhaupt keine Rede sein konnte. Bei schon geringer Längenänderung mußte die Steinpackung auf dem Boden zur Auflage kommen, infolgedessen wurde das Seil schlapp, wenn es nicht rasch genug mit den Winden nachgespannt wurde, und das schlappe Seil wurde an den in der Auflagefläche viel zu kurzen Hängeeisen, in die es noch obendrein fest hineingeschlagen wurde, durch die kurze Biegung nach ganz geringer Zeit zerknickt. War das Seil nach einer stärkeren Längung aber etwa neu angespannt worden, und es trat kühleres Wetter ein, so wurde seine Belastung durch die Wagen zu groß, es wurde überanstrengt und infolgedessen auch wieder zerstört. Sodann war von den Erbauern der Bahn ganz übersehen worden, daß sich doch beide Tragkabel nicht gleichmäßig bewegen, da sie von dem Wagen nach entgegengesetzten Richtungen befahren werden und deshalb sich auch nicht gleichmäßig dehnen. Trotzdem wurde aber für beide Kabel ein gemeinsames Spanngewicht angeordnet. Auch das Zugseil konnte nach der vorliegenden Anordnung keinerlei Gewähr für Haltbarkeit und ordnungsgemäßen Betrieb bieten, da es ebenfalls nur durch eine zwangläufige Spannwinde in der Endstation Sablon angezogen war, die so gut wie gar keinen Ausgleich der bei dem Zugseil noch größeren Längenänderungen bot. In bezug auf die Wagen und Laufbahnen stellt diese Metzer Konstruktion gegenüber der Seilriese in Osterode gar keine Verbesserung dar. Die Wagenkasten sind wohl drehbar und selbstkippend angeordnet, doch ist das Laufwerk als solches eine denkbar ungünstige Konstruktion, die beiden weit auseinanderliegenden Räder, die mit eisernen Gehängen mit dem Wagenkasten und unter sich durch einen hölzernen Querriegel verbunden sind, stellen ein in der Vertikalebene der Bahnrichtung liegendes starres System dar, das unter allen Umständen ungünstig arbeiten mußte.

Zum ersten Male finden wir allerdings bei dieser Anlage eine nähere Mitteilung über einen während der Bewegung des Zugseiles schließ- und lösbaren Mitnehmer, der die Verbindung zwischen Zugseil und Wagen herstellt. Dieser Mitnehmer stellt die Urform und erste Erfindung des später von Obach weiter ausgebildeten Schraubverschlusses dar. Er ist aber nicht als eine v. Dücker'sche Erfindung anzusehen, da der amtliche Bericht ausdrücklich erwähnt, daß er auf Grund dortiger Versuche erst konstruiert worden ist. Bei diesem Mitnehmer ist nur das eine zu verwundern, daß damals noch niemand auf den Gedanken gekommen ist, ihn irgendwie automatisch zu betätigen, was doch sehr nahe gelegen hätte, denn das

Digitized by Google

Andrehen und Öffnen der schraubstockartigen Klemme bei einer Bahngeschwindigkeit von 1,66 m muß eine außerordentlich unbequeme und gefährliche Arbeit gewesen sein, wenn die Kupplung sehr straff angezogen war oder werden sollte; war letzteres jedoch nicht der Fall, so mußte schon bei verhältnismäßig geringen Steigungen ein Rutschen der Wagen auf der Bahn eintreten.

Auch der Antrieb des Zugseiles erweist sich als verfehlt, die halbe Seilumschlingung der Antriebsscheibe konnte nicht genügen, einen Betrieb bei vollbesetzter Bahn mit Sicherheit aufrecht zu erhalten, es mußte vielmehr ein Rutschen des Seiles auf der Scheibe eintreten oder ein Überlasten des Zugseils. — —

Fast in dieselbe Zeit, wie diese v. Dücker'sche Bahn in Metz, fallen aber die Versuche und Erfindungen von Bleichert. Während v. Dücker sich vielfach in Fantasien verloren hatte, wie seine Erwägung über den Transport ganzer Eisenbahnwagen, großer Personengefährte usw. leicht erkennen lassen, und er hierbei die Wichtigkeit der Einzelausbildung der zum Teil neu zu schaffenden Maschinenelemente aus dem Auge verlor, wandte Bleichert sein Hauptaugenmerk zunächst eben dieser Ausbildung der Einzelteile zu, die er dem Stand der Technik entsprechend auf die damals überhaupt mögliche Höhe brachte, um sie dann zu einem vollständigen System zu vereinigen, das mit seinen Vorbildern weiter nichts gemein hatte, als die grundlegende Verwendung auf Zug beanspruchter Laufgeleise als Laufbahn für hängende Wagen und deren Bewegung mit Hilfe eines Zugorganes. Die Konstruktion des Bleichert'schen Drahtseilbahnsystems fällt in den Beginn der 70er Jahre. Schon in den Jahren 1870 und 1871 arbeitete Bleichert ein vollständiges System einer verbesserten Drahtbahn durch, zu einer Zeit, als er noch Ingenieur der Maschinenfabrik von Martin in Bitterfeld war, und zwar an Hand von 2 Projekten für die Dampfziegelei Brand in Gohlis und eine Ziegelei Oertel & Kornagel in Möckern. Nachdem er im April des Jahres 1872 als technischer Dirigent zu der Halle-Leipziger Eisengießerei und Maschinenfabrik übergetreten war, übernahm er dort die Einführung seines Systems, aus dem als erstes Objekt die bekannte Bleichert'sche Seilbahn in Teutschenthal bei Halle hervorging, die sich noch bis vor wenigen Jahren in Betrieb erhalten hat.

Bleichert ging von Anfang an von dem Gedanken aus, Drahtbahnen, wie er sie damals nannte, überall da zu verwenden, wo es sich um die Förderung von kleineren Einzellasten handelte. Er erkannte von vornherein den grundsätzlichen Unterschied zwischen der bodenständigen Bahn, die in bezug auf die Einzellast unbegrenzt ist, da ihr Geleise auf einer starren Unterlage der ganzen Länge nach aufruht und selbst unveränderlich und starr ist, höchstens in

Digitized by Google

geringerem Maße auf Biegung in Anspruch genommen werden kann, und der Luftbahn, deren Geleise aus einem nur auf Zug in Anspruch zu nehmenden Maschinenelement, eben dem biegsamen Seil oder Draht besteht. Er rechnete mit den Eigenarten dieses Elementes sofort, indem er zunächst einmal dafür sorgte, die Längenausdehnungen, die bei allen bisherigen Luftbahnen eine so unheilvolle Rolle gespielt hatten, unschädlich zu machen. Er war der erste, der darauf hinwies, daß das, das Geleise bildende Tragseil überhaupt mit Ausnahme seines einen Endpunktes keine starre Befestigung in der Längsrichtung erhalten dürfe, ja daß unter Um-

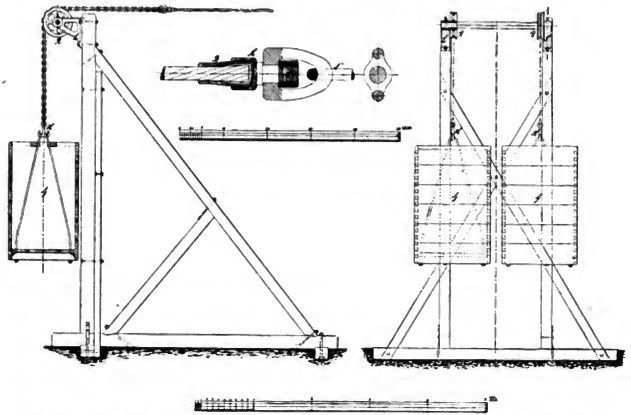


Fig. 52. Anspannung der Tragseile mittelst freihängender Gewichte und Kettenanschlüssen an die Seile. Bleichert 1870—1871.

ständen sogar diese fortfallen kann, wenn das horizontal liegende Seil durch sein Eigengewicht in seiner Lage gehalten wird.

Infolgedessen legte er auch seine Laufbahnen, die er ursprünglich sowohl aus Drahtseilen, wie auch Rundeisen herstellte, derart an, daß sie an einem Ende starr befestigt, an dem anderen Ende durch ein unbegrenzt freispielendes senkrecht hängendes Gewicht belastet (Fig. 52), lediglich durch ihr Eigengewicht auf den verschiedenen Auflagerpunkten an den Stützen aufruhten, ohne daß sie sich bei normaler Belastung der einzelnen Spannweiten durch Wagen von den benachbarten Stützen abheben konnten, so daß das Tragseil in seiner ganzen Länge frei beweglich arbeiten konnte.

Digitized by Google

Hierdurch war eine Beanspruchung des Seiles über die durch das Spanngewicht festgelegte hinaus unmöglich, es konnte deshalb der volle Seilquerschnitt in bezug auf seine Bruchfestigkeit mit entsprechendem Sicherheitsgrad an jeder Stelle der Bahn ausgenützt werden.

Die ersten Ausführungen zeigen deshalb auch schon die charakteristisch ganz flach ausgekehlten nach oben offenen gußeisernen Auflagerschuhe der Seile an den Stützen oder leicht drehbare, flach gekehlte Rollen, auf denen sich die Seile beliebig in ihrer Längs-

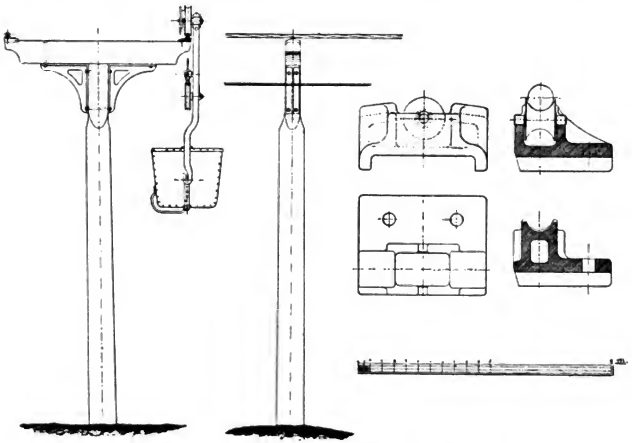


Fig. 53. Pfeiler und Auflagerschuh für die Tragseile. Bleichert 1870—1871.

richtung verschieben konnten (Fig. 53). Sodann wies Bleichert den Weg dazu, Drahtseilbahnen von ganz beliebiger Länge herzustellen. Während noch die berufenen Kritiker der Metzer Seilbahn zu dem Schluß kommen konnten, daß sich Seilbahnen nur für ganz beschränkte Zwecke eigneten, und schon die Entfernung von 2 Kilometern der beiden Endpunkte voneinander für die Betriebssicherheit unzuträglich sei, gab Bleichert zunächst die Unterbrechung der aus Seilen bestehenden Fahrbahnen und die Verbindung der Unterbrechungsstellen durch feste Schienen an. Hierdurch erreichte er es, die verschiedenen Reibungsvorgänge zwischen Seil und Auflagerschuhen, die sich nach den örtlichen Verhältnissen ganz ver-

Digitized by Google

schieden gestalten, auszugleichen, indem er in kürzeren Entfernungen, eben diesen örtlichen Verhältnissen entsprechend, seine Spanngewichte für die Tragseile anordnen konnte. Nachdem er so durch Festlegung bestimmter Regeln und unter Angabe ganz bestimmter Formeln, die sich sowohl auf den Seildurchhang des Tragseiles, wie auf dessen Beanspruchung in seiner Längsrichtung durch die Spanngewichte bezogen, für die Allgemeinheit gültige Normen zur Herstellung fester Luftlaufbahnen angegeben hatte, die Einzelheiten, namentlich die Ausbildung der Auflagerschuhe in ihren verschiedenen Kombinationen derart durchgebildet hatte, daß diese Konstruktionen heute noch als allgemein gültig angewandt werden, hatte er damit die Möglichkeit geschaffen, ohne Rücksicht auf irgendwelche Terraingestaltung diese Laufbahnen anzuwenden, namentlich aber die bei der Metzer Bahn noch so sehr gefürchteten Gegensteigungen und Gefälle im Zuge einer Bahn ohne jede Schwierigkeit zu überwinden. Es war hiermit erst eine vollkommene Unabhängigkeit von irgend welcher Bodengestaltung erreicht worden, indem er die Laufbahn von dem Boden im wahrsten Sinne des Wortes loslöste und mit ihr die Hindernisse, die das Terrain natürlicherweise bot, überwand.

Weiter verwies er auf den Einfluß, den die einzelne Förderlast, die Geschwindigkeit derselben und der Abstand der Lasten voneinander auf die Gestaltung der Stützeneinteilung ausübte, ging dann grundsätzlich von der Benutzung einzelner Gleise mit hin- und hergehendem Betrieb ab, um ein für allemal ein endloses Zugseil unter 2 parallel liegenden Laufbahnen zu verwenden.

Sämtliche Vorgänger Bleicherts hatten das endlose Zugseil mit zwangläufigen Spannvorrichtungen versehen, im Falle eine solche überhaupt vorhanden war. Die Folge hiervon war natürlich, daß entweder eine Überanstrengung oder ein den Betrieb unmöglich machendes Schlappwerden des Seiles eintrat. Bleichert konstruierte zunächst eine mit dem Antrieb verbundene kraftschlüssige Zugseilspannvorrichtung, wobei er einen Hauptwert darauf legte, die Größe des von dem Zugseil umschlungenen Bogens der Antriebscheibe in ein bestimmtes Verhältnis zur Zugseilspannung zu bringen, da die sich für gewöhnlich ergebende halbe Umschlingung zur Erzeugung einer genügenden Mitnehmerreibung nicht ausreicht. Er machte deshalb zuerst den Vorschlag, das Zugseil über 2 parallel liegende und gemeinsame Antriebsspannscheiben zu legen, von denen jedes halb umschlungen wurde, und die zwischen sich eine durch ein konstantes Gewicht belastete nach außen gezogene Spannscheibe trugen (Fig. 54), um bei späteren Konstruktionen auf die mehrfach umschlungene mehrrillige Antriebsscheibe zu kommen. Hiermit erreichte er zunächst eine konstante Geschwindigkeit des

Digitized by Google

Zugseiles bei den verschiedenen, im Betrieb einer Seilbahn unvermeidlichen und unveränderlichen Belastungen.

Eine der wichtigsten Neuerungen, die dem Bleichert'schen System erst den Charakter einer wirklichen Erfindung verlieh, bestand darin, daß er das Zugseil nicht, wie bei den bisher bekannt gewordenen Systemen auf verschiedenen Unterstützungen innerhalb der Drahtseilbahnlinie laufen ließ, sondern daß es, wie sich aus der Patentschrift ergibt, auf der ganzen Bahnlänge durch die Förderwagen selbst, die sich in gewissen regelmäßigen Zwischenräumen folgen, getragen wird.

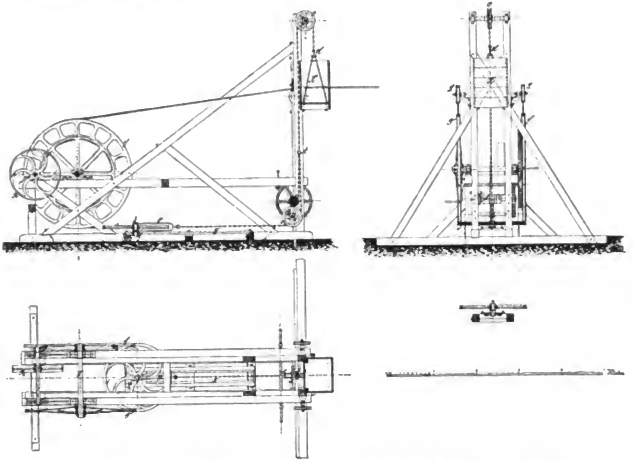


Fig. 54. Zusammengesetztes Antriebs- und Spannvorgelege mit automatischer Spannung des Zugseils.

Während v. Dücker bei seinen sämtlichen Ausführungen und Veröffentlichungen bis auf die Metzer Bahn noch den Gedanken verfolgte, die Wagen entweder mit größeren Einzellasten zu beladen oder sie zu Zügen zusammenzukuppeln — die Zeichnungen und Beschreibungen aus „Glückauf" und „Deutsche Bauzeitung" lassen dies mit aller Deutlichkeit erkennen —, schlug Bleichert schon *vor* der Ausführung der vorerwähnten Metzer Bahn, schon bei der Bearbeitung seines Systems im Jahre 1870/71 eine kontinuierliche Wagenfolge vor, bei der sich die Wagen in gewissen größeren, deren Transportleistung der Bahn angepaßten Abständen

Digitized by Google

ohne jede Unterbrechung folgen sollten. Er ging hier von der Erwägung aus, die Luftbahnen nicht etwa eine Konkurrenz der Standbahnen, wohl aber eine Ergänzung derselben werden zu lassen, bei der aber das den Standbahnen eigentümliche Prinzip der Förderung schwerer Lastzüge fallen gelassen werden mußte, ohne daß die spezifische Leistung verringert werden durfte. Konnte man große Lastzüge, die sich in langen Zeiträumen folgen, auf der Luftbahn nicht befördern, so mußte man die großen Massenlasten der Züge in kleine Einzellasten auflösen, die sich nicht intermittierend oder periodisch, sondern kontinuierlich folgten, und damit wurde dem neuen Seilbahnsystem erst sein wahrer Charakter aufgeprägt. Es ist zweifellos, daß zur Ausarbeitung dieses Systems die Hodgson'schen Ideen, die ja in der Einseilbahn ein ähnliches Prinzip verfolgten, in weitgehendem Maße Verwendung gefunden haben; ihre Übertragung auf das Zweiseilbahnsystem in der soeben erwähnten Form des Tragenlassens des Zugseiles auf der ganzen Bahnlänge von den Wagen ist jedoch eine zweifellose Neuerung Bleicherts.

War somit Laufbahn und Bewegungselement in eine konstruktiv allgemein gültige Form gebracht worden, so handelte es sich zunächst noch darum, die Lastaufnahmegefäße, die Wagen, dem neuen Zwecke anzupassen. Die bis dahin übliche Form der Wagen, wie sie von v. Dücker ausgeführt war, und wie sie Hodgson in seinem Patent darstellte, konnte natürlich den Anforderungen, die an eine dauernd arbeitende Seilbahn zu stellen waren, nicht genügen, hatten sie, wie schon darauf hingewiesen wurde, doch den ferneren Zweck, die Führung bzw. Unterstützung für das eigene Zugseil zu bilden. Da aber außerdem Bleichert sofort die Überwindung größerer Steigungen und Gefälle im Zuge ein und derselben Bahn ins Auge faßte, mußten die Wagen derart konstruiert sein, daß sie auf ganz steilen Bahnanlagen noch nutzbar blieben, und daß namentlich die Kasten immer unabhängig von den Laufrollen in der Schwerpunktebene der Laufbahn frei pendeln konnten. Es mußte also das Gestell oder das Gehänge, das den Kasten trug, vollständig unabhängig von den Laufrollen der Wagen gemacht werden. Die konstruktive Durchbildung, die Bleichert in seinem Förderwagen gab, ist dieselbe, die noch heute Verwendung findet (Fig. 55). Sie bestand darin, daß auf dem Tragseil ein kleiner Wagen läuft, der aus zwei durch Traversen verbundenen Hohlrädern besteht; diese Traversen tragen in der Mitte zwischen beiden Rädern einen seitlich herausragenden Zapfen, an dem das Wagengehänge, ein nach unten offener Bügel, in der Laufrichtung der Wagen pendelnd aufgehängt ist. In dem Bügel liegt der mit Stirnzapfen versehene Wagenkasten, der senkrecht zur Laufrichtung kippbar angeordnet

Digitized by Google

ist, was dadurch geschieht, daß die Stirnzapfen in oder nahe der Schwerpunktachse des beladenen Kastens angeordnet sind.

Da Bleichert bei der Konstruktion seiner Drahtseilbahn von Anfang an mit sehr großen Förderleistungen rechnete — er erwog schon bei seinen Entwürfen Tagesförderungen von 500 Tonnen und noch mehr —, war es selbstverständlich, daß der dauernden und sicheren Verbindung der Wagen mit dem Zugseil sein nächstes wichtigstes Augenmerk gelten mußte. Er war es, der auch zuerst auf eine selbsttätig wirkende Verbindung zwischen Wagen und Zug-

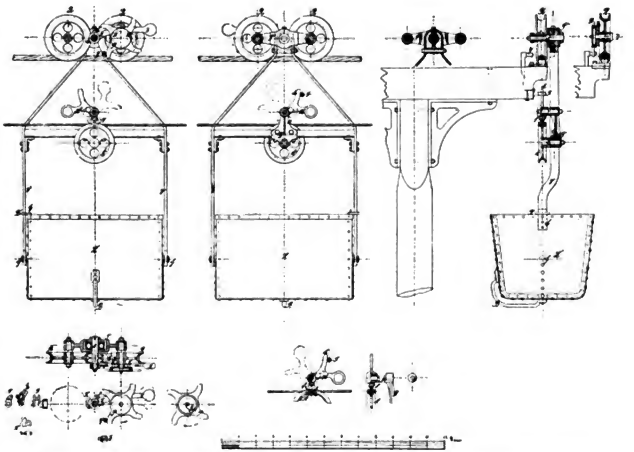


Fig. 55. Seilbahnwagen nach Vorschlag Bleicherts, 1872—1873, mit Exzenterfriktionskupplung.

seil hinwies und mehrere Kupplungsvorrichtungen nach konstruktiv durchgearbeiteten Ideen zur Ausführung brachte. Da bei den vorgenommenen Leistungen von Anfang an mit einer regelmäßigen Wagenfolge von herunter bis zu 30 Sekunden bei mindestens 1 m Geschwindigkeit zu rechnen war, kam es sehr wesentlich darauf an, die beim plötzlichen Ankuppeln des bei der Beladung stillstehenden Wagens an das ständig laufende Zugseil notwendigerweise entstehenden Stöße möglichst zu vermeiden. Es mußte also eine Vorrichtung geschaffen werden, die, wenn irgend angängig, während des Laufens der Wagen absolut sicher geschlossen werden

Digitized by Google

konnte, derart, daß die Wagen mit der Hand angeschoben, unter das Zugseil geführt und mit diesem im selben Moment annähernd stoßfrei verbunden werden konnten. Diesem Grundgedanken entsprach die von Bleichert zuerst ausgeführte Exzenterfriktionskupplung, bei der, nachdem der Wagen seitlich an das Zugseil herangeschoben war, dieses sich auf eine mit dem Gehänge verbundene Tragrolle auflegte, auf der es sich, ohne irgend welche schleifende Wirkung auszuüben, auch bei dem Stillstand der Wagen in den Stationen als Leitrolle fortbewegen konnte. Zum Anklemmen diente ein über der Leitrolle drehbar angeordnetes Exzenterstück mit Gegengewichtsbelastung, das nur einfach herumzuschlagen war, und das infolge der Reibungsreaktion des Seiles sich fest gegen dieses preßte, so daß letzteres zwischen Leitrolle und Exzenter unverrückbar eingeklemmt war. Ohne Rücksicht auf die jeweilige Zugrichtung sowohl beim Befahren von Steigungen, wie von Gefällen mußte diese Verbindung eine vollkommen sichere sein, je größer der Zug des Seiles, namentlich bei Steigungen oder Gefälle, um so stärker die Klemmwirkung. Die Lösung des Seiles vom Wagen erfolgt dann einfach dadurch, daß der Exzenter mit einer hervorstehenden Nase an einen in der Station fest angebrachten Anschlag stieß, der es aus dem Seil heraushob. Hiermit war die Möglichkeit gegeben, die Wagen in beliebig kurzer Folge in der Aufgabestation auf das Tragseil aufzugeben, und sie auch wieder in der entsprechend kurzen Folge in der Ankunftsstation von dem Seil abzunehmen.

Waren somit Laufbahn, Bewegungselement und Lasttransporteinrichtung, mit anderen Worten die Tragseile, das Zugseil und die Wagen in eine Form gebracht worden, die sie dem neuen Zweck unter den verschiedensten Bedingungen dienstbar machten, so mußte es sich zur Vervollständigung der Idee des kontinuierlichen Betriebes mittelst der in gleicher Entfernung voneinander sich dauernd bewegenden Wagen darum handeln, die Überführung der Fuhrwerke von einem Seil auf das andere in den Stationen oder zwischen denselben zur Durchführung zu bringen. Wohl hatte König schon auf eine Konstruktion verwiesen, und eine solche auch zur Ausführung gebracht, bei der die Leerwagen auf einem Seil und die beladenen Wagen auf dem anderen Seil zu befördern waren, doch war es ihm nicht gelungen, eine Konstruktion zu finden, die Wagen unmittelbar von der einen auf die andere Station überzuleiten, sie mußten vielmehr umgehängt werden. Auch v. Dücker hatte auf die Verwendung von zwei Seilen zur Erhöhung der Transportleistung hingewiesen, aber keinerlei ausführbare Konstruktion angegeben, wie die Wagen in ununterbrochener Reihenfolge von einem Seil auf das andere überzuführen waren. Zur Zeit, als Bleichert seine ersten Vorschläge über Drahtseilbahnen machte,

Digitized by Google

1870/71, war die Metzer Bahn, die eine derartige Einrichtung enthielt, noch nicht in Angriff genommen, konnte ihm also auch nicht bekannt sein, ebensowenig wie das Geheimprivilegium von Obach, das zwar, wie auch das von Karras, in ganz skizzenhafter Weise auf die Überführung der Wagen von einem Seil auf das andere hinweist, eine Ausführungsform dafür jedoch nicht angibt. Auch hier war wieder Bleichert auf seine eigene Arbeit zur Lösung dieser Aufgabe angewiesen, und er schlug folgende Ausführungsform vor, die ebenfalls noch bis heute typisch für die ganze Drahtseilbahnindustrie geblieben ist. Sie besteht in der Hauptsache aus einer

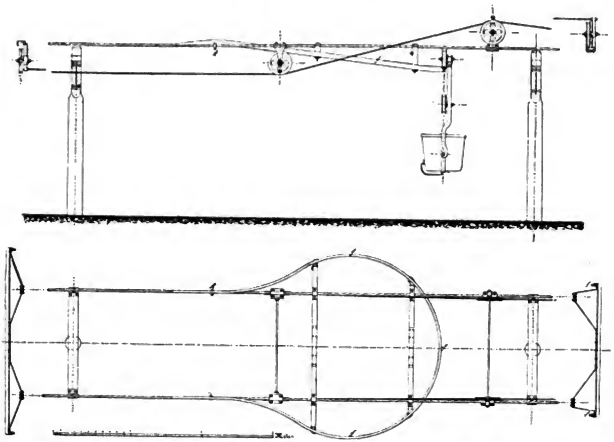


Fig. 56. Überführung der Wagen von einem Seil auf das andere mit Hilfe einer an beliebiger Stelle der Bahn einzubauenden Umführungsweiche. Bleichert 1871.

U-förmig gebogenen Flacheisenschiene (Fig. 56), deren beiden Enden zungenförmig mit einer unteren Aushöhlung ausgebildet sind. Diese beiden Zungen legen sich auf die Tragseile auf, so daß die auf dem einen Tragseil ankommenden Wagen auf die hier liegende Zunge auflaufen müssen. Da jedoch die Schleife, die das Flacheisen oder die Hängeschiene, wie sie jetzt genannt wird, bildet, einen größeren Durchmesser besitzt, wie die Entfernung der beiden Tragseile voneinander, wird der Wagen seitlich nach außen abgelenkt und aus dem Bereich des Tragseiles herausgeführt, während gleichzeitig das Zugseil durch Anordnung entsprechender Führungsrollen

Digitized by Google

ebenfalls aus dem Bereich der Zugseilklemme, die sich mittlerweile selbsttätig gelöst hat, herausgeleitet wird. Hierdurch wird es nun möglich, den auf der Hängeschiene stillstehenden Wagen mit der Hand je nach Anordnung der Hängeschiene entweder unter den beiden horizontal laufenden Tragseilen hindurch oder um deren Enden herum nach dem anderen Tragseil hinüberzuschieben. Bleichert gab diese Anordnung nicht allein für die Endstationen an, sondern schlug sie auch als transportable Weiche derart vor, daß sie an einem beliebigen Punkte der Bahn eingebaut werden kann, um so auch Zwischenstationen zu schaffen.

Die Drahtseilbahnkonstrukteure vor Bleichert, mit Ausnahme von Hodgson, waren stets von dem Gedanken ausgegangen, Seilbahnen nur in geraden Linien zu führen. Die Anlage einer Kurve im Zuge einer kontinuierlich betriebenen Bahn war bis dahin überhaupt noch nicht in Erwägung gezogen worden. Aber auch diese Möglichkeit hatte Bleichert ins Auge gefaßt, ehe er mit seinen Vorschlägen an die Öffentlichkeit trat, indem er seine selbsttätige Kurvenumführung konstruierte. Allerdings konnte dies dem damaligen Stande der Technik entsprechend noch keine Kurve mit selbsttätiger Umfahrung der Wagen sein. Die Lösung der Frage der selbsttätigen Kurvenumfahrung ließ dann auch noch über 25 Jahre auf sich warten. Die Ausführung der Kurve schlug er so vor (Fig. 57), daß die eigentliche Laufbahn für die Förderwagen in der Kurve nicht durch das Laufseil, sondern durch eine besondere Weichenschiene, eine Flacheisenschiene gebildet wurde, die mit ausgekehlten Zungen in derselben Art wie die Stationsweichenschiene sich auf die Laufseile anlegte, jedoch so, daß sich diese unbehindert unter ihr durchbewegen konnten. Das Zwischen-Verbindungsstück wurde dann durch entsprechend angeordnete Konsole getragen, während das bewegte Zugseil sich durch Leit- und Tragrollen in dem Winkel führt. Die ankommenden Wagen sollten sich vor der Kurve mit Hilfe eines der bekannten Anschläge entkuppeln, um dann, von einem Arbeiter über die Laufschiene zu dem anderen Ende geführt, um dort wieder mit dem Zugseil gekuppelt zu werden.

Abgesehen von diesen Neuschöpfungen mehr allgemeiner Natur mußten natürlich auch noch kleinere Einzelheiten, sonst allgemein gebräuchliche Maschinenelemente dem besonderen Zwecke angepaßt werden. Eine sehr brennende Frage, vielfach im wahrsten Sinne des Wortes, war die Schmierung der Laufzapfen für die Wagenräder, da diese eigentlich jeder Aufsicht und Wartung entzogen, sich draußen auf der freien Strecke befinden, ein Festbrennen derselben daher von unheilvollem Einfluß auf den Gang der ganzen Bahn sein konnte. Fast zur selben Zeit, wie Bleichert seine Drahtseilbahn, hatte Stauffer in Köln seine Schmiervorrichtungen mit

Digitized by Google

Druckschrauben erfunden, mit Hilfe deren er konsistentes Fett in sonst unzugängliche Maschinenteile hineinzupressen imstande war. Bleichert einigte sich sofort mit dem Erfinder zur gemeinsamen Ausnutzung dieser Erfindung, und brachte sie schon sehr bald bei seinen Drahtseilbahnen an, indem er zunächst die Naben der Laufräder mit entsprechenden Aushöhlungen versah, dann aber die Laufzapfen selbst aushöhlte und sie als Behälter für das Schmiermaterial ausbildete, eine Konstruktion, die heute noch, nach über 30 Jahren ganz allgemein üblich geblieben ist.

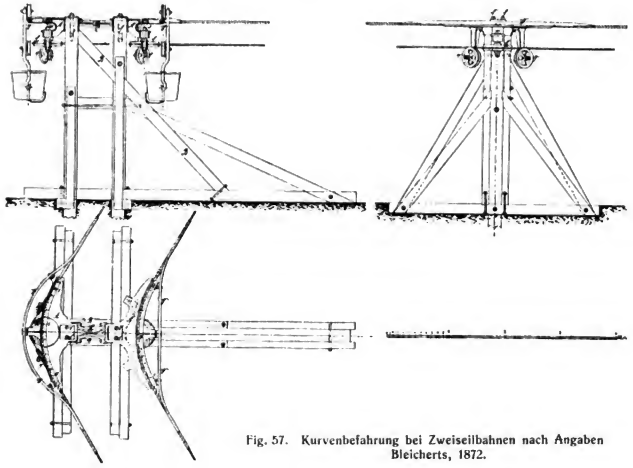


Fig. 57. Kurvenbefahrung bei Zweiseilbahnen nach Angaben Bleicherts, 1872.

Bei alledem darf nicht übersehen werden, daß diese große allgemeine Aufgabe noch eine andere Seite hatte, wie die der rein technischen Lösung in bezug auf die Konstruktionen, die nur dem Zwecke des Betriebes zu dienen hatten, es war das die Rücksicht auf die fabrikmäßige Herstellung. Bleichert war keinen Moment zweifelhaft darüber, daß ein wirklich verbessertes und sachgemäß durchkonstruiertes System von Drahtseilbahnen sich ein sehr umfassendes Anwendungsgebiet erwerben müsse, und daß infolgedessen die Rücksicht auf die Billigkeit der Herstellung eine große Rolle zu spielen habe.

Die bis dahin gebauten Bahnen waren immer noch nur hand-

Digitized by Google

werksmäßig zusammengebaute Einzelausführungen ohne vorbildlichen Wert, die vielfach noch unter Zuhilfenahme primitiver Holzkonstruktionen hergestellt waren. Zur fabrikmäßigen Herstellung gehörte aber vor allen Dingen einmal die Formgebung für die allein in Betracht kommenden Materialien, Eisen und Stahl, schon allein mit Rücksicht auf die von den Vorgängern Bleicherts noch fast gar nicht erkannten Beanspruchungen, denen die Einzelteile einer Seilbahn unterworfen sind. Die Formen, die Bleichert seinen Konstruktionen gab, sind seit dieser Zeit typisch für den ganzen Seilbahnbau geblieben.

Nachdem es nun durch Sammlung aller bis dahin gemachten Erfahrungen und durch die vorbeschriebene umfangreiche Erfindertätigkeit gelungen war, die Drahtseilbahn, die hiernach zweifellos in der so bearbeiteten Form die Bezeichnung des Bleichert'schen Systems verdient, theoretisch und rechnerisch festzulegen, nachdem ferner bereits an Hand vorliegender Einzelaufgaben entsprechende Projekte durchgearbeitet waren, wurde unverzüglich der Bau der ersten Anlagen in Angriff genommen. Bleichert trat im April 1872 von der Maschinenfabrik Martin in Bitterfeld (woselbst er seinen späteren Sozius und Mitarbeiter Th. Otto hatte kennen gelernt), zur damals neu gegründeten Halle-Leipziger Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft in Schkeuditz als technischer Dirigent über, da ihm in Bitterfeld keine Gelegenheit geboten war, die schon dort fertig ausgearbeiteten Vorschläge zu seinem Drahtseilbahnsystem auch zur Ausführung zu bringen. Er konnte in Schkeuditz sofort mit seinen fertig durchgearbeiteten Vorschlägen hervortreten, und nach einigen Schwierigkeiten innerhalb der inneren Verwaltung entschloß sich auch die Gesellschaft, den Bau einer Drahtseilbahnanlage in Teutschenthal bei Halle für die damalige Solaröl- und Paraffinfabrik in Angriff zu nehmen. Die Projekte zu dieser Seilbahn wurden auf Grund der Aufnahme der örtlichen Verhältnisse noch im Jahre 1872, teilweise Anfang 1873 ausgearbeitet, wie sich aus einem Entwurf zu einem Kostenanschlag, der die Unterschrift Bleicherts trägt, und der vom *März* 1873 datiert ist, ergibt. Die Bahn wurde im Laufe des Jahres 1873 gebaut und war zu Anfang des Jahres 1874 fertig, so daß sie im April desselben Jahres schon in Betrieb gesetzt werden konnte. An dieser Bahn, deren Laufbahn aus zusammengeschweißten Rundeisen bestand, waren schon alle diejenigen Vervollkommnungen angebracht, die Bleichert in seinen Vorentwürfen vorgeschlagen hatte. Sie stellten ein nach diesen Vorschlägen durchgearbeitetes zusammengehöriges Ganzes dar; lediglich die Verbindung zwischen Zugseil und Wagen war bei den ersten Versuchen noch nicht nach dem System der selbsttätigen Exzenterfriktionskupplung durchgeführt. Vielmehr wurde zunächst ein Knotenzugseil verwandt, das aus ein-

Digitized by Google

zelnen Stücken mit dazwischengesetzten schmiedeeisernen Wulsten bestand (Fig. 58). Dieses Seil legte sich in an das Wagengehänge angebaute eigentümlich gestaltete Haken ein. Das Kuppeln bzw. Entkuppeln erfolgte durch Heben und Senken des Seiles in den Stationen. Hiermit war aber gleichzeitig die Grundlage gegeben für die Ausbildung der späteren Muffenkupplungsapparate und der Muffenzugseile, die in den späteren Jahren eine weitere Vervollständigung der Bleichert'schen Erfindung bilden sollten. Erst nach

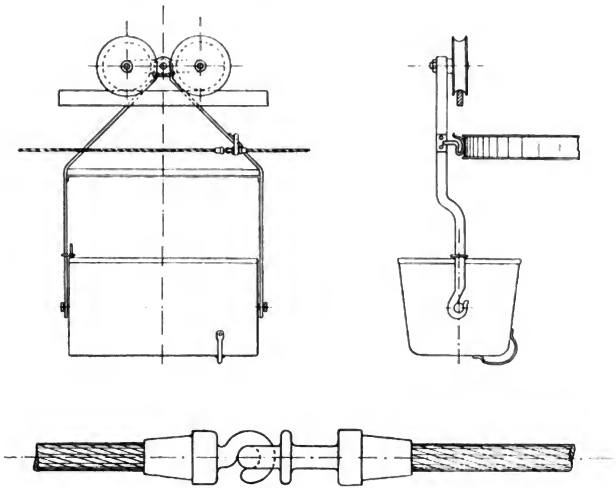


Fig. 58. Laufwerk, Knotenseil und Gehängeschenkel mit Einlagehaken der Teutschenthaler-Drahtseilbahn. Bleichert 1872—1873.

den Versuchsfahrten wurde die Teutschenthaler Bahn (Fig. 59) mit den Exzenterfriktionskupplungen versehen. Dieser erste Erfolg ermutigte Bleichert, aus der dann in Liquidation tretenden Halle-Leipziger-Eisengießerei und Maschinenfabrik auszuscheiden und nunmehr den Bau von Drahtseilbahnen auf eigene Faust zu unternehmen. Noch im Jahre 1873 verließ er diese Gesellschaft, um sich Anfang des Jahres 1874 gemeinsam mit seinem Mitarbeiter Otto, der ihm schon als Betriebsingenieur in Teutschenthal zur Seite gestanden hatte, in Leipzig auf den Bau von Drahtseilbahnen

Digitized by Google

zu werfen. Die zunächst in Angriff genommene Bahn sollte ausschließlich weiteren Versuchszwecken dienen, sie wurde für die Ziegelei Brandt in Gohlis bei Leipzig erbaut, und an ihr wurden nicht allein die Erfahrungen, die bei der Teutschenthaler Anlage gesammelt werden konnten, verwertet, sondern auch alle weiteren

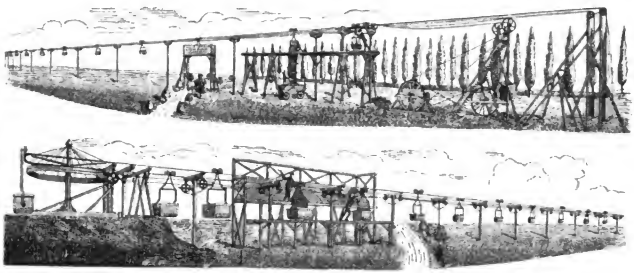


Fig. 59. Gesamtansicht der Bleichert'schen Drahtseilbahn im Teutschenthal, 1873 (nach einem Holzschnitte von 1874).

Vervollkommnungen, die dem ganzen System ihren Stempel aufdrücken sollten, angebracht und erprobt, sie bildeten somit den Ausgangspunkt für die ganze heute über die gesamte Welt verbreitete Drahtseilbahnindustrie überhaupt (Fig. 60).

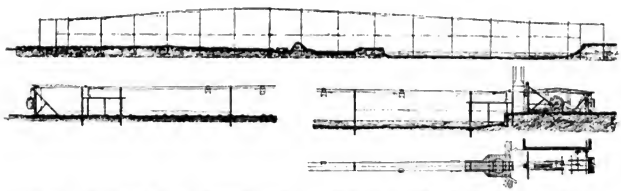


Fig. 60. Verkleinerung der Originalzeichnung Bleicherts für die Drahtseilbahn der Brandt'schen Ziegelei in Gohlis, 1874.

Die Ideen dieses genialen Erfinders hatten sich schon nach ihren ersten Ausführungen glänzend bewährt und damit der Welt ein neues Verkehrsmittel geschenkt.

Es möge nun hier die geschichtliche Entwicklung der Drahtseilbahnen, soweit sie als System in Frage kommen, verlassen werden. Die in einem weiteren Menschenalter gemachten Erfindungen und

Digitized by Google

Univ of California

Verbesserungen konnten an dem grundlegenden Wesen dieser Systeme nichts mehr ändern, sie mußten sich auf Vervollkommnung der Einzelteile in praktischer Beziehung, vielfach auch noch mit Rücksicht auf eine weiter ausgebildete Massenfabrikation beschränken. Sie mußten sich den anderen großen Erfindungen anpassen, die eine vollständige Umwälzung in der Rohstoffherstellung — es sei nur an die Schaffung der vielen neuen Stahl- und Eisensorten in den letzten 30 Jahren erinnert —, in die Welt der Technik einführten. Mit der Vervollkommnung der Baustoffe mußte natürlich eine Erhöhung der spezifischen Leistung der Drahtseilbahn erreichbar sein, wie sie auch tatsächlich erreicht worden ist, so daß heute die 1871 von Bleichert ins Auge gefaßten Tagesleistungen von 500 Tonnen auf einer Bahnlinie sich um das Fünffache überschreiten lassen, nichts aber hat sich an den grundlegenden Ideen, die zur Schaffung der ersten Bleichert'schen Bahnen geführt haben, geändert. —

Nun noch ein Wort zu der Frage: Wer ist der Erfinder der heute allgemein angewandten Drahtseilbahn? — — Nach der hier geschilderten geschichtlichen Entwickelung dieses Verkehrsmittels kann ein Erfinder im Sinne des *ersten* Schaffens und Erfassens der Idee überhaupt wohl kaum genannt werden. Erfinder ist wohl jeder, der aus dem Meere mechanischer Möglichkeiten diejenigen zum ersten Male herausfindet, die für sich allein, oder miteinander verbunden, einem neuen Zwecke, einer neuen Wirkung dienen können, und damit sind auch alle, die an der Schaffung der ersten Seilbahnen beteiligt waren, vielleicht Erfinder zu nennen. Aber wie sich nicht allein die moderne Technik, sondern unser ganzes neuzeitliches Empfinden mehr und mehr spezialisiert, vielmehr, wie dies in früheren Zeiten der Fall war, Spezialbegriffe zu schaffen sucht, so auch in bezug auf das Wort „Erfinder".

v. Dücker hat sich, schon vordem Bleichert mit seinen Konstruktionen an die Öffentlichkeit trat, bitter darüber beschweren müssen, daß ihm auf seine Drahtseilbahnen kein Patent erteilt worden ist, trotzdem zu Anfang der 60er Jahre die Neuheitsprüfung eine ganz minimale war. Trotzdem hat Bleichert auf die Zusammenstellung der Einzelheiten, die er zu seinem geschlossenen System vereinigen konnte, im Jahre 1877 unter der Herrschaft des neuen Patentgesetzes ein deutsches Reichspatent erhalten, nachdem ihm vor der Herrschaft des Reichspatentgesetzes schon die entsprechenden Landespatente erteilt worden waren. Die berufenen Sachverständigen der damaligen Zeit, die beruflichen staatlichen Organe haben demnach in dieser Zusammenfassung, in dieser Systemschaffung aus vielen Einzelheiten eine Erfindung in vollstem Umfange erblickt, so daß von ihnen hiernach Bleichert als der Erfinder, nicht der Drahtseilbahn an sich, sondern wohl der eines besonderen

Digitized by Google

Systems, der in ihrer Zusammenfassung eine große Einheit bildenden Ausführungsformen zu gelten hat.

v. Dücker hat vielfach den Anspruch erhoben, er sei selbst der Erfinder der später nach Bleichert genannten Drahtseilbahn. Die genaue Beschreibung der v. Dücker'schen Bahn und ihr Vergleich mit der von Bleichert erbauten ergibt schlagenderweise den Irrtum, der in dieser Ansicht liegt. Zu dieser Ansicht kam v. Dücker, dessen Bestrebungen und dessen Verdienste um die Einführung der Drahtseilbahnen in die Technik darum nicht geschmälert werden sollen, wohl vielfach aus mangelnder Kenntnis der Bleichert'schen Konstruktionen, denn noch zu Beginn der 80er Jahre schreibt v. Dücker in einem Briefe vom 21. Januar 1882, als er um seine Meinung über die Bleichert'schen Erfindungen angegangen worden war:

„Die Bahn zu Teutschenthal war nach *Hodgson'schem System* mit bewegtem Tragseil ohne besonderes Zugseil angelegt, welches System sehr unpraktisch ist. Herr Bleichert hat meines Wissens nichts eigentümliches, als die Befestigung der Wagen an das Zugseil und mit Unrecht spricht man von Drahtseilbahnen seines Systems, er baut dieselben genau nach meinem System — — —."

Dieser Irrtum, den hiermit v. Dücker auch noch schriftlich festlegt, dürfte wohl genügen, seine Ansicht über die Bleichert'schen Erfindungen verzeihlich erscheinen zu lassen.

Anders ist es jedoch mit der Fiktion, die häufig erscheint, der eigentliche Erfinder oder wenigstens Miterfinder der Drahtseilbahnen Bleichert'schen Systems sei Otto. Richtig ist, daß Bleichert mit Otto zusammen die ersten Seilbahnen erbaute, auch etwa 2 Jahre mit ihm zusammen die Firma Bleichert & Otto in Leipzig betrieb, nachher aber ausschied, um Seilbahnen selbst weiter zu bauen. Bleichert erteilte ihm damals das Recht, lediglich für seine eigene Person die auf den Namen Bleichert lautenden Patente zur Erbauung von Drahtseilbahnen benutzen zu dürfen, und hieraus wurde vielfach die Folgerung abgeleitet, namentlich da Otto nach dem Austritt aus der Firma Bleichert & Otto die von ihm gebauten Bahnen Otto'sche Drahtseilbahnen nannte, Otto sei an der Erfindung sehr wesentlich beteiligt, oder sei wohl gar der Erfinder selbst. An Stelle jeder weiteren Erörterung möge ein eigenhändiger Brief Otto's vom 12. Dezember 1874 hier Platz finden, der eindrücklicher wie jedes weitere Wort die Geschichte der Bleichert'schen Erfindung kennzeichnet. —:

„In Angelegenheit der Teutschenthaler Drahtbahn bestätige ich hiermit folgendes:

Bevor die Halle-Leipziger Eisengießerei und Maschinenbau-Aktiengesellschaft zu Schkeuditz existierte, arbeitete der Ingenieur Herr Adolf Bleichert als Beamter der Maschinenfabrik von M. Martin

Digitized by Google

in Bitterfeld an dem System einer verbesserten Drahtbahn und lagen auch schon zu jener Zeit Projekte vor:

1. Für den Dampfziegeleibesitzer Herrn Brandt in Gohlis,
2. Für die Herren Örtel & Kornagel, Dampfziegeleibesitzer in Möckern.

Als Herr Bleichert im April 1872 von der H.-L. E.- & M.-A.-G. zu Schkeuditz als technischer Dirigent engagiert wurde, beabsichtigte derselbe *das von ihm* durchgearbeitete System einer verbesserten Drahtbahn als Spezialität für die Fabrik einzuführen.

Am 1. August 1872 wurde als technischer Direktor der H.-L. E.- und M.-A.-G. zu Schkeuditz Herr Adolf Kremer eingeschoben und dem Herrn Bleichert das Amt des Ober-Ingenieurs übertragen.

Letzterer machte nun gelegentlich den Herrn Kremer mit dem Drahtbahnsystem bekannt, wovon derselbe jedoch nichts wissen wollte, da speziell *ihm* die Drahtbahnen noch vollständig fremd waren und er vorgab, andere Spezialitäten für die Fabrik in Aussicht zu haben. Da diese Herrn Kremer's Ideen sich aber nicht realisierten, so adoptierte er schließlich die seinerzeit von Herrn Bleichert gemachten Vorschläge betreffs der Drahtbahnen und ein Anfang sollte mit der Teutschenthaler Drahtbahn gemacht werden. Herr Bleichert, welcher die Einleitung und die Vorarbeiten zu der Bahnanlage für Teutschenthal besorgte, auf Grund deren der Abschluß selbst stattfand, ließ nun unter seiner Leitung und nach seinen von ihm durchgearbeiteten Skizzen, die Zeichnungen zu dieser Anlage ausführen, wobei der Herr Kremer vollständig fern geblieben ist. *Ich hatte die Arbeiten als Betriebsingenieur* und auch später den Bau der Bahn in Teutschenthal selbst zu leiten und habe da bei gelegentlichen Besuchen des Herrn Kremer demselben wiederholt über verschiedene Anordnungen des Bahnsystems Auskunft erteilen müssen.

Im Mai 1874 verließ ich die Fabrik und war zu dieser Zeit die Teutschenthaler Drahtbahn fertig und auch schon probiert. Wie ich später bei einer gelegentlichen Besichtigung der Bahn gesehen habe, waren einige kleine praktische Veränderungen vorgenommen, welche jedoch in keiner Weise das System beeinträchtigen. Ich bin eventuell gern bereit, diese meine Aussagen an Eidesstatt zu bekräftigen.

Schkeuditz, den 12. Dezember 1874.

(gez.) *Th. Otto,* Zivil-Ingenieur.

Im übrigen hat Otto selbst niemals behauptet, an den Bleichert'schen Erfindungen selbstschöpferisch tätig gewesen zu sein, auch noch bei späteren Gelegenheiten, so z. B. gelegentlich

Digitized by Google

einiger Patentprozesse bei eidlichen Vernehmungen die Alleinarbeit Bleichert's in dieser Beziehung willig anerkannt.

Die geschichtliche Wahrheit, die heute, da noch viele Zeugen jener Erfindung leben, einwandsfrei festgestellt werden kann, verlangt es aber, den Erfinder zu nennen, der es auch wirklich ist — und das ist Bleichert!

Nicht Worte und Entwürfe sind Erfindung — die Tat allein ist es, die das Entdeckte, das Gefundene der Welt schenkt. — — —

Und von dieser gilt das Rückert'sche Wort:

„Ob Du von mir dies hast, ob ich von Dir — wer weiß?" —
„Wer besser, nicht wer eh'r es machte, trägt den Preis!"

Hermann Hönnicke, Kunstanstalt, Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

YC 19699

28708

Dieterich

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google